

550010

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 9 月 30 日 (30.09.2004)

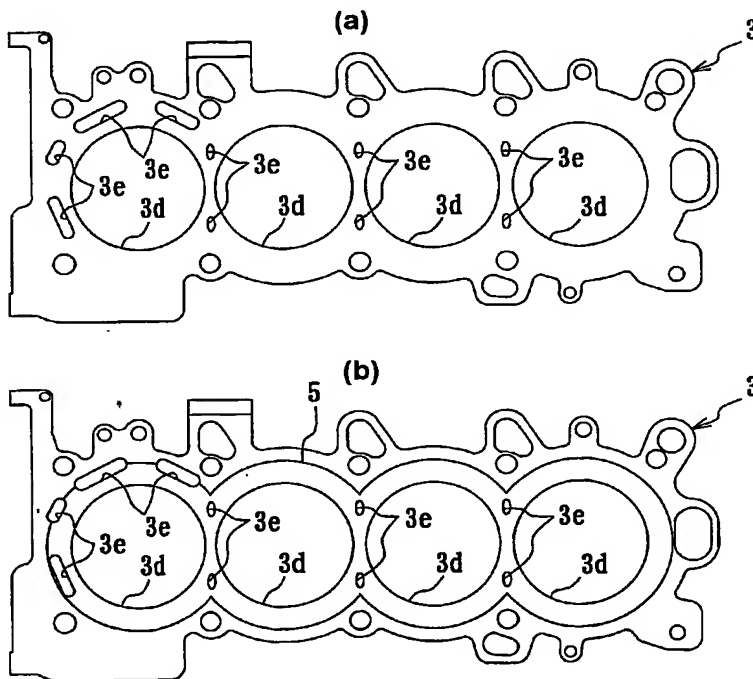
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/083690 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: F16J 15/08 特願2003-072638 2003 年 3 月 17 日 (17.03.2003) JP  
特願2003-072547 2003 年 3 月 17 日 (17.03.2003) JP
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/003609
- (22) 国際出願日: 2004 年 3 月 17 日 (17.03.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本リークレス工業株式会社 (NIPPON LEAKLESS INDUSTRY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1050004 東京都港区西新橋 2 丁目 3 番 8 号 Tokyo (JP). 本田技研工業株式会社 (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山 2 丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (30) 優先権データ: 特願2003-072730 2003 年 3 月 17 日 (17.03.2003) JP
- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 浜田 義明 [続葉有]

(54) Title: METAL GASKET FOR CYLINDER HEAD

(54) 発明の名称: シリンダーヘッド用メタルガスケット



(57) Abstract: A metal gasket for a cylinder head is constituted of two base plates (2) each constructed from a metal plate and layered over each other, an auxiliary plate (3) constructed from a metal plate and interposed between the base plates (2), and hard metal-plated layers (5). The base plates (2) each have cylinder holes (2a), annular beads (2b), coolant holes (2c), and an outer peripheral bead (2d). The cylinder holes (2a) are formed so as to correspond with the bore of each cylinder of a cylinder block of an internal combustion engine. The annular beads (2b) have an angled cross-sectional shape and formed around each of the cylinder holes. The coolant holes (2c) are formed at outer peripheral portions of each of the annular beads so as to correspond with a coolant jacket of the cylinder block and with a coolant hole of the cylinder head. The outer peripheral bead (2d) has a cross-sectional shape sloping on one side and is positioned so as to totally surround the annular beads and the coolant holes. The hard metal-plated layers (5) are formed on at least one face

of the auxiliary plate. Each of the layers (5) is extended from a position more radially inward than an annular bead of a base plate to a position radially outward, so that the layer is superposed with the annular bead and opposed to the top portion of the annular bead, annularly surrounding a cylinder hole of the base plate. This way, an excellent metal gasket can be obtained, and the gasket is of low cost and has high degree of freedom in controlling the amount of a step.

(57) 要約: それぞれ金属板からなり、シリンダーブロックの各シリンダーボアに対応して形成されたシリンダー孔 2a と、前記各シリンダー孔の周囲に形成された山形断面形状の環状ビード 2b と、前記各環状ビードの外側周辺部に形成された冷却水孔 2c と、前記環状ビードおよび前記冷却水孔を

[続葉有]

WO 2004/083690 A1



(HAMADA, Yoshiaki) [JP/JP]; 〒3360931 埼玉県さいたま市原山 2 丁目 2 4 番 1 7 号 日本リークレス工業株式会社内 Saitama (JP). 矢島 崇 (YAJIMA, Takashi) [JP/JP]; 〒3360931 埼玉県さいたま市原山 2 丁目 2 4 番 1 7 号 日本リークレス工業株式会社内 Saitama (JP). 村上 康則 (MURAKAMI, Yasunori) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 桂井 隆 (KATSURAI, Takashi) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 田畑 勝宗 (TABATA, Masamune) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 杉村 興作 (SUGIMURA, Kosaku); 〒1000013 東京都千代田区霞が関 3 丁目 2 番 4 号 霞山ビルディング Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

全体的に圍繞する位置に形成された片斜面形断面形状の外周ビード 2d とを有し、互いに重ね合わされる二枚の基板 2 と、金属板からなり、前記二枚の基板間に介挿される副板 3 と、前記副板の少なくとも片面上に形成されて、前記基板の前記各環状ビードと重なりとともにその環状ビードの頂部と対向するように前記環状ビードよりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、前記基板の前記各シリンダー孔を環状に囲む硬質金属めっき層 5 と、を具えてなるシリンダーヘッド用メタルガスカートである。これにより、安価で段差量の制御の自由度の高い優れたメタルガasketを提供することができる。

## 明 細 書

## シリンダーヘッド用メタルガスケット

技術分野

この発明は、内燃機関のシリンダーブロックとシリンダーヘッドとの間に介挿されるシリンダーヘッド用メタルガスケットに関するものである。

背景技術

この種のメタルガスケットとしては、例えば、それぞれ金属板からなる二枚の基板と、それらの基板より薄い板厚の金属板からなり、それらの基板間に介挿される副板とを具え、前記各基板が、内燃機関のシリンダーブロックの各シリンダーボアに対応して形成されたシリンダー孔と、各シリンダー孔の周囲に形成された山形断面形状の環状ビードと、前記内燃機関のシリンダーブロックの冷却水ジャケットおよびシリンダーヘッドの冷却水孔に対応して前記各環状ビードの外側周辺部に形成された冷却水孔とを有し、前記副板が、基板と同様のシリンダー穴と冷却水穴とを有するメタルガスケットが知られており、かかるメタルガスケットにおいては、その副板に、基板の各シリンダー孔の周囲の環状ビードと重なるシリンダー孔周辺部をそれより外側の外方部よりも厚くする段差構造を設けて、基板の環状ビードの線圧を上昇させることで、シリンダー内の燃焼ガスに対するシール性能を向上させる場合がある。

上記段差構造としては従来、例えば図 29 に示すように、それぞれ鋼板

(SUS301H 0.2t 等) からなる二枚の基板 2 間に介挿される副板 3 を、基板 2 の各シリンダー孔 2a の周囲の環状ビード 2b と重なるシリンダー孔周辺部 3a とそれより外側に位置する外方部 3b とで互いに異なる板厚の薄鋼板 (SUS 301H 0.2t, 0.3t 等) で構成して所要の段差になるようにし、それらシリンダー孔周辺部 3a

と外方部 3b とをレーザー溶接で結合した段差構造 S1 が知られている（例えば、特開平 7-243531 号公報、第 3 図参照）。なお、図中符号 1 はメタルガスケット、LW はレーザー溶接部を示す。

また例えば図 30 に示すように、それぞれ鋼板からなる二枚の基板 2 間に介挿される単一板厚の薄鋼板（SUS 301H 0.1t 等）からなる副板 3 の、基板 2 の各シリンダー孔 2a の周囲の環状ビード 2b と重なるシリンダー孔周辺部 3a にこれも薄鋼板（SUS 301H 0.1t 等）からなるシム板 4 を重ねて所要の段差になるようにし、それら副板 3 とシム板 4 とをレーザー溶接で結合した段差構造 S2 も知られている（例えば、特開平 10-61772 号公報参照）。

さらに、例えば図 31 に示すように、それぞれ鋼板からなる二枚の基板 2 間に介挿される単一板厚の薄鋼板（SUS 301H 0.05t 等）からなる副板 3 の、基板 2 の各シリンダー孔 2a の周囲の環状ビード 2b と重なるシリンダー孔周辺部 3a に折り返し曲げ加工により折り重ね部 3c を形成して所要の段差になるようにした段差構造 S3 も知られている（例えば、特開平 8-121597 号公報、第 4 図）。

しかしながら、最初に記した従来の段差構造 S1 では、所定のガスケット形状とするためのシリンダー孔周辺部 3a と外方部 3b との位置合せが難しいため、ガスケット形状に求められている高い精度を満たすには専用の位置合せ治具と高精度のレーザー溶接装置が不可欠となり、ガスケットが高価なものになってしまうという問題があった。

また二番目に記した従来の段差構造 S2 では、シム板 4 の板厚が段差量となり、工業的に流通している薄鋼板の板厚が現状では  $50\mu\text{m}$  ( $0.05\text{mm}$ ) 区切りであるため、 $10\mu\text{m}$  ( $0.01\text{mm}$ ) 単位での高精度な段差量の設定ができず、また  $100\mu\text{m}$  以下の薄板ではレーザー溶接による歪みや変形や浮きの発生で段差機能の確保が困難となり、しかも最初の段差構造と同様、専用の位置合せ治具と高精度のレーザー溶接装置が不可欠となり、ガスケットが高価なものになってしまうとい

う問題があった。

そして三番目に記した従来の段差構造 S3 では、単一板厚の薄鋼板を折り返し曲げ加工することから、その薄鋼板の板厚が段差量となるため、二番目の段差構造 S2 と同様、 $10\mu\text{m}$  (0.01mm) 単位での高精度な段差量の設定ができず、しかも折り返し曲げ加工は絞り加工を用いて行うため、折り重ね部 3c の形状の自由度が低く、割れの発生なしに充分広い半径方向幅の折り重ね部 3c を形成するのは、特に薄鋼板では困難であるという問題があった。

さらに、この種のメタルガスケットとしては従来、例えば、図 3 2 に示すように、金属薄板からなる基板 2 と、その基板 2 の両面上に接着剤 4 により接着されてその基板 2 の全面を覆う、NBR やフッ素ラバー、シリコンラバー等からなる表面シール層としてのラバー層 5 と、を具えるメタルガスケット 1 が知られている（例えば、特開平 2-38760 号公報、添付図面参照）。

また従来、例えば、図 3 3 に示すように、金属薄板からなる基板 2 と、その基板 2 の両面上に塗布されてその基板 2 の全面を覆う、グラファイトや二硫化モリブデン粉末等と少量のバインダー（樹脂やラバー）とを混合してなる表面シール層としての固体潤滑剤層 6 と、を具えるメタルガスケット 1 が知られている（例えば、特開平 5-17737 号公報参照）。

しかしながら、前者の従来のメタルガスケットでは、表面シール層がラバー材からなるため、高温環境下での耐久性が充分でなく、 $200^{\circ}\text{C}$  以上の環境で使用し続けるとラバー材の分解や剥離が生じる可能性があるという問題があった。

また、後者の従来のメタルガスケットでは、表面シール層が固体潤滑剤からなるため、基板表面上に均一な層を保持するのが難しいことから、充分なシール性を確保するのが難しく、ビード構造の自由度も低下するという問題があった。

#### 発明の開示

この発明の第1の態様におけるシリンダーヘッド用メタルガスケットは、上記課題を有利に解決して、安価で段差量の制御の自由度の高い優れたメタルガスケットを提供することを目的とするものであり、この第1の態様におけるシリンダーヘッド用メタルガスケットは、それぞれ金属板からなり、内燃機関のシリンダーブロックの各シリンダーボアに対応して形成されたシリンダー孔と、前記各シリンダー孔の周囲に形成された山形断面形状の環状ビードと、前記内燃機関のシリンダーブロックの冷却水ジャケットおよびシリンダーヘッドの冷却水孔に対応して前記各環状ビードの外側周辺部に形成された冷却水孔と、前記環状ビードおよび前記冷却水孔を全体的に囲繞する位置に形成された片斜面形断面形状の外周ビードとを有し、互いに重ね合わされる二枚の基板と、金属板からなり、前記二枚の基板間に介挿される副板と、前記副板の少なくとも片面上に形成されて、前記基板の前記各環状ビードと重なりとともにその環状ビードの頂部と対向するように前記環状ビードよりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、前記基板の前記各シリンダー孔を環状に囲む硬質金属めっき層と、を具えるものである。

かかるシリンダーヘッド用メタルガスケットによれば、二枚の基板間に介挿される副板の少なくとも片面上に形成された硬質金属めっき層が、基板の各環状ビードと重なりとともにその環状ビードの頂部と対向するようにその環状ビードよりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、基板の各シリンダー孔を環状に囲んで段差構造を構成するので、二枚の基板の環状ビードの頂部に加わる線圧が高くなって、シリンダーボア内の燃焼ガス圧に対し高いシール性能を発揮することができる。しかもこのメタルガスケットによれば、硬質金属めっき層が金属からなるので、特に高熱にさらされるシリンダー孔周りの環状ビードのための段差構造として高いシール性能を維持することができ、また硬質金属めっき層がめっき工程により形成されるためその厚さの調節も容易であるので、環状ビードと外周ビードとの締付力のバランスを最適にする段差量を容易に得るこ

とができる。

なお、この発明のメタルガスケットにおいては、前記副板に、前記基板の前記環状ビードと重なるとともに頂部同士が対向するように山形断面形状の環状ビードが形成されていてもよく、このようにすれば、環状ビードが三段に重なるので、より高いシール性能を得ることができる。

また、この発明のメタルガスケットは、それぞれ金属板からなり、内燃機関のシリンダーブロックの各シリンダーボアに対応して形成されたシリンダー孔と、前記各シリンダー孔の周囲に形成された山形断面形状の環状ビードと、前記内燃機関のシリンダーブロックの冷却水ジャケットおよびシリンダーヘッドの冷却水孔に対応して前記各環状ビードの外側周辺部に形成された冷却水孔と、前記環状ビードおよび前記冷却水孔を全体的に囲繞する位置に形成された片斜面形断面形状の外周ビードとを有し、互いに重ね合わされる二枚の基板と、前記二枚の基板の一方もしくは両方の、他方の基板に向く面上に形成されて、前記基板の前記各環状ビードと重なるとともにその環状ビードの頂部と対向するように前記環状ビードよりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、前記基板の前記各シリンダー孔を環状に囲む硬質金属めっき層と、を具えてなるものである。

このシリンダーヘッド用メタルガスケットによれば、二枚の基板の一方もしくは両方の、他方の基板に向く面上に形成された硬質金属めっき層が、基板の各環状ビードと重なるとともにその環状ビードの頂部と対向するようにその環状ビードよりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、基板の各シリンダー孔を環状に囲んで段差構造を構成するので、二枚構成のメタルガスケットでも、二枚の基板の環状ビードの頂部に加わる線圧が高くなって、シリンダーボア内の燃焼ガス圧に対し高いシール性能を発揮することができる。しかもこのメタルガスケットによれば、硬質金属めっき層が金属からなるので、特に高熱にさらされるシリンダー孔周りの環状ビードのための段差構造として高いシール性能を維持することができ、また硬質金属めっき層がめっき工程により形成されるた

めその厚さの調節も容易であるので、環状ビードと外周ビードとの締付力のバランスを最適にする段差量を容易に得ることができる。

この発明においては、前記硬質金属めっき層は、ニッケル、ニッケル・リン、または銅からなり、硬度がHv60以上のものであると好ましい。二枚の基板の環状ビードの頂部に加わる高い線圧に対し潰れることなく耐えて、シール性能の低下を防止することができるからである。

また、この発明においては、複数の前記シリンダー孔に関する前記硬質金属めっき層の段差量の分布は、複数の前記シリンダーボアに関する前記内燃機関の剛性分布に対応していると好ましい。内燃機関の剛性の低い部分では剛性の高い部分より段差量を大きくすると、シール性能のバランスがとれるからである。

この発明の第2の態様におけるシリンダーヘッド用メタルガスケットも、上記課題を有利に解決して、安価で段差量の制御の自由度の高い優れたメタルガスケットを提供することを目的とするものであり、この第2の態様におけるシリンダーヘッド用メタルガスケットは、それぞれ金属板からなり、内燃機関のシリンダーブロックの各シリンダーボアに対応して形成されたシリンダー孔と、前記各シリンダー孔の周囲に形成された山形断面形状の環状ビードと、前記内燃機関のシリンダーブロックの冷却水ジャケットおよびシリンダーヘッドの冷却水孔に対応して前記各環状ビードの外側周辺部に形成された冷却水孔と、前記環状ビードおよび前記冷却水孔を全体的に囲繞する位置に形成された片斜面形断面形状の外周ビードとを有し、互いに重ね合わされる二枚の基板と、金属板からなり、前記二枚の基板間に介挿される副板と、前記副板の少なくとも片面上に接着されて、前記基板の前記各環状ビードと重なるとともにその環状ビードの頂部と対向するように前記環状ビードよりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、前記基板の前記各シリンダー孔を環状に囲む金属箔からなる金属箔層と、少なくとも加圧されつつ前記金属箔を前記副板に接着する接着剤からなる接着剤層と、を具備するものである。



かかるシリンダーヘッド用メタルガスケットによれば、二枚の基板間に介挿される副板の少なくとも片面に加圧接着された金属箔からなる金属箔層がそれを接着する接着剤からなる接着剤層と一緒に、基板の各環状ビードと重なりとともにその環状ビードの頂部と対向するようにその環状ビードよりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、基板の各シリンダー孔を環状に囲んで段差構造を構成するので、二枚の基板の環状ビードの頂部に加わる線圧が高くなって、シリンダーボア内の燃焼ガス圧に対し高いシール性能を発揮することができる。しかもこのメタルガスケットによれば、接着剤層をなす接着剤が、少なくとも加圧されつつ金属箔を副板に接着するので、接着剤を押して金属箔の下で流動させあるいは金属箔の下からその一部を押し出すことにより段差構造を容易に所望の厚さにし得て、環状ビードと外周ビードとの締付力のバランスを最適にする段差量を容易に得ることができる。

なお、この発明のメタルガスケットにおいては、前記副板に、前記基板の前記環状ビードと重なりとともに頂部同士が対向するように山形断面形状の環状ビードが形成されていてもよく、このようにすれば環状ビードが三段に重なるので、より高いシール性能を得ることができる。ちなみに、金属箔の接着は、環状ビードの成形前でも成形後でも良いが、成形前に行うと金属箔が環状ビードに正確に倣うので好ましい。

また、この発明のメタルガスケットは、それぞれ金属板からなり、内燃機関のシリンダーブロックの各シリンダーボアに対応して形成されたシリンダー孔と、前記各シリンダー孔の周囲に形成された山形断面形状の環状ビードと、前記内燃機関のシリンダーブロックの冷却水ジャケットおよびシリンダーヘッドの冷却水孔に対応して前記各環状ビードの外側周辺部に形成された冷却水孔と、前記環状ビードおよび前記冷却水孔を全体的に囲繞する位置に形成された片斜面形断面形状の外周ビードとを有し、互いに重ね合わされる二枚の基板と、前記二枚の基板の一方もしくは両方の、他方の基板に向く面上に接着されて、前記基板の前記各

環状ビードと重なるとともにその環状ビードの頂部と対向するように前記環状ビードよりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、前記基板の前記各シリンダー孔を環状に囲む金属箔からなる金属箔層と、少なくとも加圧されつつ前記金属箔を前記副板に接着する接着剤からなる接着剤層と、を具えてなるものである。

このシリンダーヘッド用メタルガスケットによれば、二枚の基板の一方もしくは両方の、他方の基板に向く面に加圧接着された金属箔からなる金属箔層がそれを接着する接着剤からなる接着剤層と一緒に、基板の各環状ビードと重なるとともにその環状ビードの頂部と対向するようにその環状ビードよりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、基板の各シリンダー孔を環状に囲んで段差構造を構成するので、二枚構成のメタルガスケットでも、二枚の基板の環状ビードの頂部に加わる線圧が高くなって、シリンダーボア内の燃焼ガス圧に対し高いシール性能を発揮することができる。しかもこのメタルガスケットによれば、接着剤層をなす接着剤が、少なくとも加圧されつつ金属箔を副板に接着するので、接着剤を押して金属箔の下で流動させあるいは金属箔の下からその一部を押し出すことにより段差構造を容易に所望の厚さにし得て、環状ビードと外周ビードとの締付力のバランスを最適にする段差量を容易に得ることができる。

この発明における金属箔としては、アルミニウム、アルミニウム合金、鉄鋼、ステンレス鋼、青銅、チタン、またはニッケルからなり、硬度がHv 60以上のものが好適である。かかる金属箔は耐熱性が高い上に、破損しにくく、形を保ち易いため、成形および接着時の取り扱いが容易だからである。

またこの発明における接着剤層の接着剤は、フェノール、エポキシ、ポリイミド、またはこれらのうち少なくとも二種の混合物からなるものが好適である。かかる接着剤は耐熱性が高いからである。

この発明の第3の態様におけるシリンダーヘッド用メタルガスケットは、上記課題を有利に解決して、シール性が高く、かつ耐熱性に優れたメタルガスケット

を提供することを目的とするものであり、この第3の態様におけるシリンダーヘッド用メタルガスケットは、それぞれ金属板からなり、内燃機関のシリンダーブロックの各シリンダーボアに対応して形成されたシリンダー孔と、前記各シリンダー孔の周囲に形成された山形断面形状の環状ビードと、前記内燃機関のシリンダーブロックの冷却水ジャケットおよびシリンダーヘッドの冷却水孔に対応して前記各環状ビードの外側周辺部に形成された冷却水孔と、前記環状ビードおよび前記冷却水孔を全体的に囲繞する位置に形成された片斜面形断面形状の外周ビードとを有して互いに積層される二枚の基板を少なくとも具えるとともに、前記二枚の基板の少なくとも外向きの面上に形成されて少なくとも前記各環状ビードを覆う軟質表面金属めっき層を具えてなるものである。

また、この発明のメタルガスケットは、金属板からなり、内燃機関のシリンダーブロックの各シリンダーボアに対応して形成されたシリンダー孔と、前記各シリンダー孔の周囲に形成された山形断面形状の環状ビードと、前記内燃機関のシリンダーブロックの冷却水ジャケットおよびシリンダーヘッドの冷却水孔に対応して前記各環状ビードの外側周辺部に形成された冷却水孔と、前記環状ビードおよび前記冷却水孔を全体的に囲繞する位置に形成された片斜面形断面形状の外周ビードとを有する一枚のみの基板と、前記基板の両面上に形成されて少なくとも前記各環状ビードを覆う軟質表面金属めっき層と、を具えてなるものである。

これらのシリンダーヘッド用メタルガスケットによれば、一枚または二枚の基板の外向きの面（一枚の場合は両面）上に形成されて少なくとも各環状ビードを覆う軟質表面金属めっき層が、表面シール層として、シリンダーブロックおよびシリンダーヘッドのデッキ面の微細な傷や加工痕を埋めてマイクロシールの機能を果たすので、高いシール性を発揮することができる。しかもこのメタルガスケットによれば、軟質表面金属めっき層が金属からなるので、特に高熱にさらされるシリンダー孔周りの環状ビードにおいて高い耐熱性を発揮することができる。

なお、この発明のメタルガスケットにおいては、請求項3に記載のように、前

記軟質金属めっき層は、錫、銅、銀またはそれらの合金の一層または複数層からなり、表面硬度がHv60以下のものであると好ましい。表面硬度が低いと、デッキ面の微細な傷や加工痕を埋め易いからである。

また、この発明においては、前記軟質表面金属めっき層の厚さは、3  $\mu\text{m}$  以上で40  $\mu\text{m}$  以下であると好ましい。3  $\mu\text{m}$  未満ではデッキ面の微細な傷や加工痕を十分に埋められず、また40  $\mu\text{m}$  を超えるとシール性がもう殆ど向上しないからである。

#### 図面の簡単な説明

図1は、この発明の第1の態様におけるシリンダーヘッド用メタルガスケットの第1実施例の全体を示す平面図である。

図2は、上記第1実施例のメタルガスケットの、図1のA-A線に沿う断面図である。

図3(a), (b)は、上記第1実施例のメタルガスケットの副板に硬質金属めっき層を設ける方法を示す説明図である。

図4は、この発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第5実施例の、図1と同様の位置での断面図である。

図5は、この発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第38実施例の、図1と同様の位置での断面図である。

図6は、この発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第39実施例の、図1と同様の位置での断面図である。

図7は、この発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第40実施例の、図1と同様の位置での断面図である。

図8は、この発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第41実施例の、図1と同様の位置での断面図である。

図9は、上記実施例および比較例のメタルガスケット1のシール限界圧の測定

方法を示す説明図である。

図10(a)～(d)は、段差構造を有さない比較例とこの発明の実施例とについてのシール性能をそれぞれ示す説明図である。

図11(a)～(c)は、段差構造を有さない比較例および金属めっき層の材質が異なる比較例とこの発明の実施例とについてのシール性能をそれぞれ示す説明図である。

図12(a)～(d)は、段差量一律の比較例とこの発明の実施例とについてのシール性能をそれぞれ示す説明図である。

図13(a)～(d)は、段差量一律の比較例とこの発明の実施例とについてのシール性能をそれぞれ示す説明図である。

図14は、この発明の第2の態様における第1実施例のメタルガスケットの、図1のA-A線に沿う断面図である。

図15(a)～(c)は、上記第1実施例のメタルガスケットの副板に樹脂層を設ける方法を示す説明図である。

図16は、この発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第2実施例の、図1と同様の位置での断面図である。

図17は、この発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第9実施例の、図1と同様の位置での断面図である。

図18は、この発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第10実施例の、図1と同様の位置での断面図である。

図19は、この発明の実施例および金属箔層の材質が異なる比較例についての熱劣化後シール性能を対比して示す説明図である。

図20(a)および(b)は、一枚の基板についての、図1のA-A線およびB-B線に沿う断面図である。

図21は、この発明の第3の態様における一実施例のメタルガスケットの基板および軟質表面金属めっき層を拡大して示す断面図である。

図 2 2 は、この発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの他の一実施例の基板および軟質表面金属めっき層を拡大して示す断面図である。

図 2 3 (a), (b) は、ガスケット試験片の形状および寸法をしめす平面図および半部断面図である。

図 2 4 は、シール試験装置の概要を示す断面図である。

図 2 5 は、表 1 に示す供試体 1 ～ 3 と比較例 1 について、上記シール試験を行った結果を示す説明図である。

図 2 6 は、表 2 に示す供試体 1 ～ 8 と比較例 1 について、上記シール試験を行った結果を示す説明図である。

図 2 7 は、熱劣化試験装置の概要を示す断面図である。

図 2 8 は、表 3 に示す供試体 1, 2 と比較例 1, 2 について、上記熱劣化試験およびシール試験を行った結果を示す説明図である。

図 2 9 は、従来のシリンダーヘッド用メタルガスケットの段差構造の一例を示す、図 1 と同様の位置での断面図である。

図 3 0 は、従来のシリンダーヘッド用メタルガスケットの段差構造の他の一例を示す、図 1 と同様の位置での断面図である。

図 3 1 は、従来のシリンダーヘッド用メタルガスケットの段差構造のさらに他の一例を示す、図 1 と同様の位置での断面図である。

図 3 2 は、従来のシリンダーヘッド用メタルガスケットの表面シール層の一例を示す断面図である。

図 3 3 は、従来のシリンダーヘッド用メタルガスケットの表面シール層の他の一例を示す断面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下に、この発明の第 1 の態様における実施の形態を実施例によって、図面に基づき詳細に説明する。ここに、図 1 は、この発明のシリンダーヘッド用メタル

ガasketの第1実施例の全体を示す平面図、図2は、図1のA-A線に沿う断面図、図3(a), (b)は、上記第1実施例のメタルガasketの副板に硬質金属めっき層を設ける方法を示す説明図であり、図中先の図29~図31に示すと同様の部分はそれと同一の符号にて示す。すなわち、符号1はメタルガasket、2は基板、3は副板をそれぞれ示す。

上記第1実施例のシリンダーヘッド用メタルガasket1は、それぞれ外側面(シリンダーブロックおよびシリンダーヘッドに対向する面)のみ厚さ $25\mu\text{m}$ のNBRからなるラバー層のラバーコートが施された鋼板(SUS 301H 0.2t)からなり互いに重ね合わされる二枚の基板2と、それらの基板2間に介挿されるラバーコートなしの鋼板(SUS 301H 0.2t)からなる副板3とを具えている。

ここにおける二枚の基板2はそれぞれ、図1に示すように、内燃機関のシリンダーブロックの四つのシリンダーボアにそれぞれ対応して形成された四つのシリンダー孔2a(図1では左のシリンダー孔2aから順に、#1, #2, #3, #4シリンダーボアに対応する)と、各シリンダー孔2aの周囲に形成された山形断面形状(いわゆるフルビード形状)の環状ビード2bと、上記内燃機関のシリンダーブロックの冷却水ジャケットおよびシリンダーヘッドの冷却水孔に対応して各環状ビード2bの外側周辺部に形成された複数の冷却水孔2cと、複数の環状ビード2bおよびそれらの周囲に位置する複数の冷却水孔2cを全体的に囲繞する位置に形成された片斜面形断面形状(いわゆるハーフビード形状)の外周ビード2dとを有している。

またここにおける副板3は、図3(a)に示すように、上記基板2の各シリンダー孔2aに対応するシリンダー孔3dと、上記基板2の冷却水孔2cのうちの幾つかに対応する冷却水孔3eとを有している。

この第1実施例のシリンダーヘッド用メタルガasket1はさらに、図2に示すように、副板3の両面上に両面分合計厚さ $49\sim 51\mu\text{m}$ (詳細は表1参照)の硬質金属めっき層5を具えており、この硬質金属めっき層5は、図3(b)に示

す如く副板 3 の両面上の各シリンダー孔 3d の周辺部に例えば電気めっき工程や溶融金属めっき工程により形成されたニッケル（硬度  $H_v 255$ ）からなるもので、副板 3 とともに二枚の基板 2 間に介挿されると、基板 2 の各環状ビード 2b と重なるとともに、その環状ビード 2b の頂部と対向するように環状ビード 2b よりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、副板 3 の各シリンダー孔 3d についてはそれが対応する基板 2 の各シリンダー孔 2a を環状に囲むものである。

かかる第 1 実施例のメタルガスケット 1 によれば、二枚の基板 2 間に介挿される副板 3 の両面上に形成された硬質金属めっき層 5 が、基板 2 の各環状ビード 2b と重なるとともにその環状ビード 2b の頂部と対向するようにその環状ビード 2b よりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、基板 2 の各シリンダー孔 2a を環状に囲んで段差量略  $50\mu m$  の段差構造 S4 を構成するので、二枚の基板 2 の環状ビード 2b の頂部に加わる線圧が高くなって、後述の如く、シリンダーボア内の燃焼ガス圧に対し高いシール性能を発揮することができる。

しかもこの第 1 実施例のメタルガスケット 1 によれば、硬質金属めっき層 5 がニッケルからなるので、特に高熱にさらされるシリンダー孔 2a 周りの環状ビード 2b のための段差構造として高いシール性能を維持することができ、また硬質金属めっき層 5 がめっき工程により形成されるため、その層厚さの調節も容易であるので、環状ビード 2b と外周ビード 2d との締付力のバランスを最適にする段差量を容易に得ることができる。

さらにこの第 1 実施例のメタルガスケット 1 によれば、二枚の基板 2 がそれぞれ鋼板の外側面をラバー層で被覆するラバーコートが施されているので、それらのラバー層がシリンダーブロックおよびシリンダーヘッドのデッキ面の微細な傷や加工痕を埋めてマイクロシールの機能を果たすことで、シール性能を高めることができる。

なお、平坦な副板 3 の両面上にニッケルの硬質金属めっき層 5 を具える第 1 実



施例と同様の構成で、硬質金属めっき層 5 の合計厚さ（段差量）を四つのシリンダー孔 2a に関して一律に  $80\mu\text{m}$  としたものをこの発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第 2 実施例とする。この第 2 実施例によれば、段差量が第 1 実施例より大きいので、後述の如く、第 1 実施例よりも高いシール性能を発揮することができる。

また、平坦な副板 3 の両面上にニッケルの硬質金属めっき層 5 を具える第 1 実施例と同様の構成で、硬質金属めっき層 5 の合計厚さ（段差量）を、内燃機関の四つのシリンダーボアに関するその内燃機関の剛性分布が # 2, # 3 で # 1, # 4 より低い場合に対応させて、図 1 では左から順に四つのシリンダー孔 2a に関してそれぞれ  $49\mu\text{m}$ 、 $81\mu\text{m}$ 、 $79\mu\text{m}$ 、 $50\mu\text{m}$  としたものをこの発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第 3 実施例とし、さらに、平坦な副板 3 の両面上にニッケルの硬質金属めっき層 5 を具える第 1 実施例と同様の構成で、硬質金属めっき層 5 の合計厚さ（段差量）を、内燃機関の四つのシリンダーボアに関するその内燃機関の剛性分布が # 2, # 3 で # 1, # 4 より低い場合に対応させて、図 1 では左から順に四つのシリンダー孔 2a に関してそれぞれ  $47\mu\text{m}$ 、 $105\mu\text{m}$ 、 $103\mu\text{m}$ 、 $50\mu\text{m}$  としたものをこの発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第 4 実施例とする。これら第 3 および第 4 実施例によれば、段差量が内燃機関の剛性分布に対応しているので、後述の如く、先の実施例よりも高いシール性能を発揮することができる。

図 4 は、この発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第 5 実施例の、図 1 と同様の位置での断面図であり、この第 2 実施例のメタルガスケット 1 は、副板 3 の片面（図では上側の面）上に例えば電気めっき工程や熔融金属めっき工程により形成されたニッケル（硬度  $H_v 255$ ）からなる厚さ  $49\sim 51\mu\text{m}$ （詳細は表 1 参照）の硬質金属めっき層 5 を具えて段差量略  $50\mu\text{m}$  の段差構造 S5 を構成している点のみが先の第 1 実施例と異なっており、それ以外は第 1 実施例と同一の構成とされている。この第 5 実施例によっても、先の第 1 実施例と同様の作

用効果を得ることができる。

なお、平坦な副板 3 の片面上にニッケルの硬質金属めっき層 5 を具える第 5 実施例と同様の構成で、硬質金属めっき層 5 の厚さ（段差量）を四つのシリンダー孔 2a に関してそれぞれ一律に  $80\mu\text{m}$  および  $100\mu\text{m}$  としたものをこの発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第 6 実施例および第 7 実施例とする。これら第 6、第 7 実施例によれば、段差量が第 5 実施例より大きいので、後述の如く、第 5 実施例よりも高いシール性能を発揮することができる。

また、平坦な副板 3 の片面上にニッケルの硬質金属めっき層 5 を具える第 5 実施例と同様の構成で、硬質金属めっき層 5 の厚さ（段差量）を、内燃機関の四つのシリンダーボアに関するその内燃機関の剛性分布が # 2、# 3 で # 1、# 4 より低い場合に対応させて、図 1 では左から順に四つのシリンダー孔 2a に関してそれぞれ  $50\mu\text{m}$ 、 $82\mu\text{m}$ 、 $83\mu\text{m}$ 、 $49\mu\text{m}$  としたものをこの発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第 8 実施例とし、さらに、平坦な副板 3 の片面上にニッケルの硬質金属めっき層 5 を具える第 5 実施例と同様の構成で、硬質金属めっき層 5 の厚さ（段差量）を、内燃機関の四つのシリンダーボアに関するその内燃機関の剛性分布が # 2、# 3 で # 1、# 4 より低い場合に対応させて、図 1 では左から順に四つのシリンダー孔 2a に関してそれぞれ  $47\mu\text{m}$ 、 $105\mu\text{m}$ 、 $103\mu\text{m}$ 、 $50\mu\text{m}$  としたものをこの発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第 9 実施例とする。これら第 8 および第 9 実施例によれば、段差量が内燃機関の剛性分布に対応しているので、後述の如く、先の実施例よりも高いシール性能を発揮することができる。

一方、平坦な副板 3 の両面上にニッケルの硬質金属めっき層 5 を具える第 1 実施例と同様の構成で、硬質金属めっき層 5 の合計厚さ（段差量）を、内燃機関の四つのシリンダーボアに関するその内燃機関の剛性分布が # 1、# 4 で # 2、# 3 より低い場合に対応させて、図 1 では左から順に四つのシリンダー孔 2a に関してそれぞれ  $82\mu\text{m}$ 、 $49\mu\text{m}$ 、 $51\mu\text{m}$ 、 $80\mu\text{m}$  としたものをこの発明のシリン

ダーヘッド用メタルガスケットの第10実施例とし、さらに、平坦な副板3の両面上にニッケルの硬質金属めっき層5を具える第1実施例と同様の構成で、硬質金属めっき層5の合計厚さ（段差量）を、内燃機関の四つのシリンダーボアに関するその内燃機関の剛性分布が#1, #4で#2, #3より低い場合に対応させて、図1では左から順に四つのシリンダー孔2aに関してそれぞれ100  $\mu\text{m}$ 、50  $\mu\text{m}$ 、50  $\mu\text{m}$ 、100  $\mu\text{m}$ としたものをこの発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第11実施例とする。これら第10および第11実施例によれば、段差量が内燃機関の剛性分布に対応しているので、後述の如く、先の実施例よりも高いシール性能を発揮することができる。

また、平坦な副板3の片面上にニッケルの硬質金属めっき層5を具える第5実施例と同様の構成で、硬質金属めっき層5の厚さ（段差量）を、内燃機関の四つのシリンダーボアに関するその内燃機関の剛性分布が#1, #4で#2, #3より低い場合に対応させて、図1では左から順に四つのシリンダー孔2aに関してそれぞれ81  $\mu\text{m}$ 、48  $\mu\text{m}$ 、50  $\mu\text{m}$ 、81  $\mu\text{m}$ としたものをこの発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第12実施例とし、さらに、平坦な副板3の片面上にニッケルの硬質金属めっき層5を具える第5実施例と同様の構成で、硬質金属めっき層5の厚さ（段差量）を、内燃機関の四つのシリンダーボアに関するその内燃機関の剛性分布が#1, #4で#2, #3より低い場合に対応させて、図1では左から順に四つのシリンダー孔2aに関してそれぞれ103  $\mu\text{m}$ 、49  $\mu\text{m}$ 、49  $\mu\text{m}$ 、102  $\mu\text{m}$ としたものをこの発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第13実施例とする。これら第12および第13実施例によれば、段差量が内燃機関の剛性分布に対応しているので、後述の如く、先の実施例よりも高いシール性能を発揮することができる。

さらにここでは、上記第1～第6および第8～第13実施例と同様の構成で、硬質金属めっき層5がニッケル・リン（Hv868）からなるものを第14～第25実施例とし、また、上記第1～第6および第8～第13実施例と同様の構成

で、硬質金属めっき層 5 が銅 ( $H_v 95$ ) からなるものを第 26 ~ 第 37 実施例とする。

図 5 は、この発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第 38 実施例の、図 1 と同様の位置での断面図であり、この第 38 実施例のメタルガスケット 1 は副板 3 に、基板 2 の環状ビード 2b と重なりとともに下側の基板 2 の環状ビード 2b と頂部同士が対向するように山形断面形状の環状ビード 3f が形成されていて、その副板 3 の片面（環状ビード 3f の突出側の面）上に例えば電気めっき工程や溶融金属めっき工程により形成されたニッケル（硬度  $H_v 255$ ）からなる、内燃機関の剛性分布に対応した厚さ  $49 \sim 81 \mu m$ （詳細は表 1 参照）の硬質金属めっき層 5 を具えて段差構造 S6 を構成している点のみが先の第 8 実施例と異なっており、それ以外は第 8 実施例と同一の構成とされている。この第 38 実施例によれば環状ビード 2b, 3f が三段に重なるので、後述の如く、先の第 8 実施例よりも高いシール性能を得ることができる。

図 6 は、この発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第 39 実施例の、図 1 と同様の位置での断面図であり、この第 39 実施例のメタルガスケット 1 は副板 3 に、基板 2 の環状ビード 2b と重なりとともに下側の基板 2 の環状ビード 2b と頂部同士が対向するように山形断面形状の環状ビード 3f が形成されていて、その副板 3 の両面上に例えば電気めっき工程や溶融金属めっき工程により形成されたニッケル（硬度  $H_v 255$ ）からなる、内燃機関の剛性分布に対応した合計厚さ  $47 \sim 83 \mu m$ （詳細は表 1 参照）の硬質金属めっき層 5 を具えて段差構造 S7 を構成する点のみが先の第 3 実施例と異なっており、それ以外は第 3 実施例と同一の構成とされている。この第 39 実施例によれば環状ビード 2b, 3f が三段に重なるので、先の第 3 実施例よりも高いシール性能を得ることができる。

図 7 は、この発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第 40 実施例の、図 1 と同様の位置での断面図であり、この第 40 実施例のメタルガスケット 1 は二枚の基板 2 の間に副板 3 を具えていないが、各基板 2 自体は先の実施例と同様

のものである。そしてこの実施例では、片側（図では上側）の基板 2 の、他方の基板（図では下側の基板） 2 に向く面（内側面）上に、内燃機関の剛性分布に対応した厚さ  $49\sim 82\mu\text{m}$ （詳細は表 1 参照）の硬質金属めっき層 5 を具えており、この硬質金属めっき層 5 は、基板 2 のシリンダー孔 2a の周辺部に電気めっき工程や熔融金属めっき工程により形成されたニッケル（硬度  $H_v 255$ ）からなるもので、二枚の基板 2 が重ね合わされると、他方の基板 2 の各環状ビード 2b と重なるとともにその環状ビード 2b の頂部と対向するように環状ビード 2b よりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、基板 2 の各シリンダー孔 2a を環状に囲んで段差構造 S8 を構成するものである。

かかる第 40 実施例のメタルガスケット 1 によれば、副板 3 がいないのでガスケットを安価に製造でき、しかも後述の如く、先の第 1 実施例と概ね同等のシール性能を得ることができる。

図 8 は、この発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第 41 実施例の、図 1 と同様の位置での断面図であり、この第 41 実施例のメタルガスケット 1 は二枚の基板 2 の間に副板 3 を具えていないが、各基板 2 自体は先の実施例と同様のものである。そしてこの実施例では、両方の基板 2 の他方の基板 2 に向く面（内側面）上に、内燃機関の剛性分布に対応した合計厚さ  $51\sim 82\mu\text{m}$ （詳細は表 1 参照）の硬質金属めっき層 5 を具えており、この硬質金属めっき層 5 は、基板 2 のシリンダー孔 2a の周辺部に電気めっき工程や熔融金属めっき工程により形成されたニッケル（硬度  $H_v 255$ ）からなるもので、二枚の基板 2 が重ね合わされると、他方の基板 2 の各環状ビード 2b と重なるとともにその環状ビード 2b の頂部と対向するように環状ビード 2b よりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、基板 2 の各シリンダー孔 2a を環状に囲んで段差構造 S9 を構成するものである。

かかる第 41 実施例のメタルガスケット 1 によれば、副板 3 がいないのでガスケットを安価に製造でき、しかも後述の如く、先の第 3 実施例と概ね同等のシール

性能を得ることができる。

以下の表 1 ～表 5 は、上記第 1 実施例～第 4 1 実施例のメタルガスケットと、第 1 実施例から硬質金属めっき層 5 を除いた比較例 1 のメタルガスケットと、第 1 実施例と同一の段差量を図 1 4 の突合せ接合で得た比較例 2 のメタルガスケットと、第 1 実施例の硬質金属めっき層 5 の代わりに錫 ( $H_v 15$ ) からなる軟質金属めっき層を設けた比較例 3 のメタルガスケットと、第 3 8 実施例と同様の構成で一律の約  $50\mu m$  の段差量を図 1 4 の突合せ接合で得た比較例 4 のメタルガスケットと、第 4 0 実施例と同様の構成で一律の約  $50\mu m$  の段差量を図 1 4 の突合せ接合で得た比較例 4 のメタルガスケットとについて、構成およびシール性能を対比して示すものであり、ここにおけるシール限界圧は、図 9 に示すように、上記各メタルガスケット 1 を自動車用エンジンのシリンダーブロック SB とシリンダーヘッド SH との間に装着してヘッドボルト HB を規定軸力 ( $34.4kN/\text{本}$ ) にて締付け、シリンダーボア内のピストンと燃焼室のバルブとを密閉処理した供試体につき、室温雰囲気中で点火プラグ孔からシリンダーボア内にエアーを注入してシリンダーボア内を加圧してシール限界圧を測定した結果を示すものである。

これら表 1 ～表 5 から、上記各実施例のメタルガスケットのシール性能が同様のビード構造の比較例と比べて大幅に高いことが判る。

[表 1]

		硬質金属めっき層						金属板 枚数	ビード 構造	シール 限界圧  MPa
		材質	被着面	段差量    μm						
				# 1	# 2	# 3	# 4			
実 施 例	1	ニッケル	両面	50	51	50	49	3	3S2B	8.0
	2	同上	同上	80	80	80	80	3	3S2B	9.0
	3	同上	同上	49	81	79	50	3	3S2B	9.9
	4	同上	同上	47	105	103	50	3	3S2B	10.8
	5	同上	片面	50	51	50	49	3	3S2B	8.0
	6	同上	同上	80	80	80	80	3	3S2B	9.1
	7	同上	同上	100	100	100	100	3	3S2B	10.9
	8	同上	同上	50	82	83	49	3	3S2B	9.9
	9	同上	同上	47	105	103	50	3	3S2B	10.8
	10	同上	両面	82	49	51	80	3	3S2B	9.8
	11	同上	同上	100	50	50	100	3	3S2B	10.9

[表 2]

		硬質金属めっき層						金属板 枚数	ビード 構造	シール 限界圧  MPa
		材質	被着面	段差量    μm						
				# 1	# 2	# 3	# 4			
実 施 例	12	ニッケル	片面	81	48	50	81	3	3S2B	9.8
	13	同上	同上	103	49	49	102	3	3S2B	10.8
	14	ニッケル ・リン	両面	48	49	49	50	3	3S2B	7.8
	15	同上	同上	79	81	80	82	3	3S2B	8.9
	16	同上	同上	48	81	79	52	3	3S2B	10.0
	17	同上	同上	47	102	101	49	3	3S2B	11.0
	18	同上	片面	48	49	51	53	3	3S2B	8.2
	19	同上	同上	79	81	82	79	3	3S2B	9.0
	20	同上	同上	48	77	79	49	3	3S2B	10.1
	21	同上	同上	49	101	102	49	3	3S2B	11.0



[表 3]

		硬質金属めっき層						金属板 枚数	ビード 構造	シール 限界圧  MPa
		材質	被着面	段差量    μm						
				# 1	# 2	# 3	# 4			
実 施 例	22	ニッケル ・リン	両面	79	48	49	79	3	3S2B	9.9
	23	同上	同上	99	49	51	49	3	3S2B	11.0
	24	同上	片面	79	47	47	79	3	3S2B	10.1
	25	同上	同上	99	49	48	97	3	3S2B	11.1
	26	銅	両面	48	48	47	50	3	3S2B	8.0
	27	同上	同上	80	81	82	82	3	3S2B	9.0
	28	同上	同上	50	81	80	53	3	3S2B	10.0
	29	同上	同上	50	102	102	50	3	3S2B	11.1
	30	同上	片面	47	50	50	52	3	3S2B	8.3
	31	同上	同上	80	80	81	80	3	3S2B	9.1

[表 4]

		硬質金属めっき層						金属板 枚数	ビード 構造	シール 限界圧  MPa
		材質	被着面	段差量    μm						
				# 1	# 2	# 3	# 4			
実 施 例	32	銅	片面	47	80	80	50	3	3S2B	9.9
	33	同上	同上	47	103	101	50	3	3S2B	11.0
	34	同上	両面	80	49	50	80	3	3S2B	10.0
	35	同上	同上	100	51	50	100	3	3S2B	11.1
	36	同上	片面	80	48	48	81	3	3S2B	10.2
	37	同上	同上	100	50	49	100	3	3S2B	11.3
	38	ニッケル	片面	49	81	79	50	3	3S3B	13.5
	39	同上	両面	47	83	81	50	3	3S3B	13.6
	40	同上	片面	49	84	82	49	2	2S2B	9.4
	41	同上	両面	51	81	82	54	2	2S2B	9.1

[表 5]

		硬質金属めっき層						金属板 枚数	ビード 構造	シール 限界圧  MPa
		材質	被着面	段差量    μm						
				# 1	# 2	# 3	# 4			
比較 例	1	段差なし		0	0	0	0	3		7.0
	2	突合せ接合		50	51	50	49	3		8.0
	3	錫	両面	50	51	50	49	3		7.2
	4	突合せ接合		50	51	50	49	3		12.1
	5	同上		50	51	50	49	2		7.9

図10 (a) ~ (d) は、段差構造を有さない比較例1と、第1, 第5および第7実施例との気筒（シリンダーボア）別シール限界圧をそれぞれ示す説明図であり、この図からも、上記実施例のメタルガスケットは段差構造を有さないものと比較して大幅にシール性は向上することが判る。

図11 (a) ~ (c) は、段差構造を有さない比較例1および、軟質金属めっき層を有する比較例3と、第1実施例との気筒（シリンダーボア）別シール限界圧をそれぞれ示す説明図であり、この図からも、上記実施例のメタルガスケットは軟質金属めっき層を有するものと比較してシール性は向上することが判る。

図12 (a) ~ (d) は、内燃機関の剛性分布が#1, #4シリンダーボアに関して#2, #3シリンダーボアよりも低い場合に適用した、段差量一律の比較例2と、段差量をそれら#1, #4シリンダーボアに対応するシリンダー孔周りで他のシリンダー孔周りよりも大きくした第10, 第12および第13実施例との気筒（シリンダーボア）別シール限界圧をそれぞれ示す説明図であり、この図からも、上記実施例のメタルガスケットは段差量一律のものと比較して大幅にシール性は向上することが判る。

図13 (a) ~ (d) は、内燃機関の剛性分布が#2, #3シリンダーボアに関して#1, #4シリンダーボアよりも低い場合に適用した、段差量一律の比較例2と、段差量をそれら#2, #3シリンダーボアに対応するシリンダー孔周りで他のシリンダー孔周りよりも大きくした第3, 第8および第9実施例との気筒（シリンダーボア）別シール限界圧をそれぞれ示す説明図であり、この図からも上記実施例のメタルガスケットは段差量一律のものと比較して大幅にシール性は向上することが判る。

以上、図示例に基づき説明したが、この発明は上述の例に限定されるものでなく、例えば、硬質金属めっき層5は、硬度がHv60以上の鉄からなる

ものでも良い。

次に、この発明の第2の態様における実施の形態を実施例によって、図面に基づき詳細に説明する。ここに、図1は、この発明のシリンダーヘッド用メタルガasketの第1実施例の全体を示す平面図、図14は、図1のA-A線に沿う断面図、図15(a)～(c)は、上記第1実施例のメタルガasketの副板に金属箔層を設ける方法を示す説明図であり、図中先の図29～図31に示すと同様の部分はそれと同一の符号にて示す。すなわち、符号1はメタルガasket、2は基板、3は副板をそれぞれ示す。

上記第1実施例のシリンダーヘッド用メタルガasket1は、それぞれ外側面(シリンダーブロックおよびシリンダーヘッドに対向する面)のみ厚さ25 $\mu$ mのNBRからなるラバー層のラバーコートを施された鋼板(SUS 301H 0.2t)からなり互いに重ね合わされる二枚の基板2と、それらの基板2間に介挿されるラバーコートなしの鋼板(SUS 301H 0.2t)からなる副板3とを具えている。

ここにおける二枚の基板2はそれぞれ、図1に示すように、内燃機関のシリンダーブロックの複数のシリンダーボアにそれぞれ対応して形成された複数のシリンダー孔2aと、各シリンダー孔2aの周囲に形成された山形断面形状(いわゆるフルビード形状)の環状ビード2bと、上記内燃機関のシリンダーブロックの冷却水ジャケットおよびシリンダーヘッドの冷却水孔に対応して各環状ビード2bの外側周辺部に形成された複数の冷却水孔2cと、複数の環状ビード2bおよびそれらの周囲に位置する複数の冷却水孔2cを全体的に囲繞する位置に形成された片斜面形断面形状(いわゆるハーフビード形状)の外周ビード2dとを有している。

またここにおける副板3は、図15(a)に示すように、上記基板2の各シリンダー孔2aに対応するシリンダー孔3dと、上記基板2の冷却水孔2cのうちの幾つかに対応する冷却水孔3eとを有している。

この第1実施例のシリンダーヘッド用メタルガasket 1はさらに、図14に示すように、副板3の片面（図では上側の面）上に厚さ  $50\mu\text{m}$  の金属箔層5を、接着剤層7を介して具えており、この金属箔層5は、図15（b）に示す如く副板のシリンダー孔3dの周辺部の平面形状に対応する平面形状に切り抜いた厚さ  $50\mu\text{m}$  で硬度  $H_v 60$  以上のアルミニウム箔6（日本軽金属株式会社製A3005（JIS H4000））を、裏面にフェノール接着剤（株式会社東洋化学研究所製メタロックN23）を塗布した状態で副板3の片面上に押しつけて、そのフェノール接着剤を挟んで熱板プレス等で加圧しつつ加熱して接着することで形成されたもので、副板3とともに二枚の基板2間に介挿されると、フェノール接着剤からなる接着剤層7と一緒に、基板2の各環状ビード2bと重なるとともにその環状ビード2bの頂部と対向するように環状ビード2bよりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、副板3の各シリンダー孔3dひいてはそれに対応する基板2の各シリンダー孔2aを環状に囲むものである。

かかる第1実施例のメタルガasket 1によれば、二枚の基板2間に介挿される副板3の片面に加圧加熱接着されたアルミニウム箔6からなる金属箔層5がそれを接着するフェノール接着剤からなる接着剤層7と一緒に、基板2の各環状ビード2bと重なるとともにその環状ビード2bの頂部と対向するようにその環状ビード2bよりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、基板2の各シリンダー孔2aを環状に囲んで段差量  $50\mu\text{m}$ （接着剤層7は含まず）の段差構造S4を構成するので、二枚の基板2の環状ビード2bの頂部に加わる線圧が高くなって、後述の如く、シリンダーボア内のガス圧に対し高いシール性能を発揮することができる。

しかもこの第1実施例のメタルガasket 1によれば、接着剤層7をなすフェノール接着剤が、加熱および加圧されつつアルミニウム箔6を副板3に接着するので、硬化前のフェノール接着剤を押してアルミニウム箔6の下で流動させあるいはアルミニウム箔6の下からその一部を押し出すことにより段差構造を容易に

所望の厚さにし得て、環状ビード 2b と外周ビード 2d との締付力のバランスを最適にする段差量を容易に得ることができる。

さらにこの第 1 実施例のメタルガasket 1 によれば、金属箔として、アルミニウムからなり、硬度が Hv 60 以上のものを用いており、かかるアルミニウム箔 6 は耐熱性が高い上に、破損しにくく、形を保ち易いので、金属箔の成形および接着時の取り扱いを容易ならしめることができる。

またこの第 1 実施例のメタルガasket 1 によれば、接着剤層 7 の接着剤として、フェノール接着剤を用いており、フェノール接着剤は耐熱性が高いので、ガasket の耐熱性を高く維持することができる。

そしてこの第 1 実施例のメタルガasket 1 によれば、二枚の基板 2 がそれぞれ鋼板の外側面をラバー層で被覆するラバーコートが施されているので、それらのラバー層がシリンダーブロックおよびシリンダーヘッドのデッキ面の微細な傷や加工痕を埋めてマイクロシールの機能を果たすことで、シール性能を高めることができる。

図 16 は、この発明のシリンダーヘッド用メタルガasket の第 2 実施例の、図 1 と同様の位置での断面図であり、この第 2 実施例のメタルガasket 1 は、副板 3 の両面上に厚さ 25  $\mu\text{m}$  のアルミニウム箔 6（日本軽金属株式会社製 A3005）をフェノール接着剤を挟んで加圧しつつ加熱接着することで副板 3 の両面上にそれぞれ厚さ 25  $\mu\text{m}$  の金属箔層 5 を接着剤層 7 を介して具えて段差量 50  $\mu\text{m}$ （接着剤層 7 は含まず）の段差構造 S5 を構成している点のみが先の第 1 実施例と異なっており、それ以外は第 1 実施例と同一の構成とされている。この第 2 実施例によっても、先の第 1 実施例と同様の作用効果を得ることができる。

なお、平坦な副板 3 の片面上に接着剤層 7 および金属箔層 5 を具える第 1 実施例と同様の構成で、接着剤をフェノール接着剤とするとともに、厚さ 50  $\mu\text{m}$  の金属箔層 5 の金属箔 6 をそれぞれ硬度が Hv 60 以上の鉄鋼（SPCC）およびステンレス鋼（SUS304）としたものをこの発明のシリンダーヘッド用メタルガasket

トの第3実施例および第4実施例とする。これら第3および第4実施例によっても後述の如く、先の実施例と同様の高いシール性能を発揮することができる。

また、平坦な副板3の片面上に接着剤層7および金属箔層5を具える第1実施例と同様の構成で、接着剤をフェノール接着剤とするとともに厚さ $50\mu\text{m}$ の金属箔層5の金属箔6をそれぞれ硬度が $H_v 60$ 以上の真鍮およびチタンとしたものをこの発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第5実施例および第6実施例とする。これら第5および第6実施例によっても後述の如く、先の実施例と同様の高いシール性能を発揮することができる。

さらに、平坦な副板3の片面上に接着剤層7および金属箔層5を具える第1実施例と同様の構成で、厚さ $50\mu\text{m}$ の金属箔層5の金属箔6を硬度が $H_v 60$ 以上のアルミニウムとするとともに、接着剤をそれぞれエポキシ接着剤およびポリイミド接着剤としたものをこの発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第7実施例および第8実施例とする。これら第7および第8実施例によっても後述の如く、先の実施例と同様の高いシール性能を発揮することができる。

図17は、この発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第9実施例の、図1と同様の位置での断面図であり、この第9実施例のメタルガスケット1は、副板3に、基板2の環状ビード2bと重なりとともに下側の基板2の環状ビード2bと頂部同士が対向するように山形断面形状の環状ビード3fが形成されていて、その副板3の片面（環状ビード3fの突出側の面）上に厚さ $50\mu\text{m}$ のアルミニウム箔6をフェノール接着剤を挟んで加圧しつつ加熱接着することで副板3の片面上に厚さ $50\mu\text{m}$ の金属箔層5を接着剤層7を介して具えて段差量 $50\mu\text{m}$ （接着剤層7は含まず）の段差構造S6を構成する点のみが先の第1実施例と異なっており、それ以外は第1実施例と同一の構成とされている。この第9実施例によれば環状ビード2b、3fが三段に重なるので、後述の如く、先の第1実施例よりも高いシール性能を得ることができる。

図18は、この発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの第10実施例の、



図 1 と同様の位置での断面図であり、この第 10 実施例のメタルガスケット 1 は二枚の基板 2 の間に副板 3 を具えていないが、各基板 2 自体は先の実施例と同様のものである。そしてこの実施例では、片側（図では上側）の基板 2 の、他方の基板（図では下側の基板）2 に向く面（内側面）上に厚さ  $50\mu\text{m}$  の金属箔層 5 を接着剤層 7 を介して具えており、この金属箔層 5 は、基板 2 のシリンダー孔 2a の周辺部の平面形状に対応する平面形状に切り抜いた厚さ  $50\mu\text{m}$  のアルミニウム箔 6 を、基板 2 の片面（環状ビード 2b の突出側の面）上に接着剤としてのポリイミドフィルムを挟んで加圧しつつ加熱接着することで形成されたもので、二枚の基板 2 が重ね合わされると、ポリイミドフィルムからなる接着剤層 7 と一緒に、他方の基板 2 の各環状ビード 2b と重なるとともにその環状ビード 2b の頂部と対向するように環状ビード 2b よりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、基板 2 の各シリンダー孔 2a を環状に囲んで段差量  $50\mu\text{m}$  の段差構造 S7 を構成するものである。

かかる第 10 実施例のメタルガスケット 1 によれば、副板 3 がいないのでガスケットを安価に製造でき、しかも後述の如く、先の第 1 実施例と概ね同等のシール性能を得ることができる。

以下の表 1 は、上記第 1 実施例～第 10 実施例のメタルガスケットおよび、第 1 実施例から金属箔層 5 と接着剤層 7 とを除いた比較例のメタルガスケットについて、構成およびシール性能を対比して示すものであり、ここにおけるシール性能は、図 7 に示すように上記各メタルガスケット 1 を自動車用エンジンのシリンダーブロック SB とシリンダーヘッド SH との間に装着してヘッドボルト HB を規定軸力（ $34.4\text{kN/本}$ ）にて締付け、シリンダーボア内のピストンと燃焼室のバルブとを密閉処理した供試体につき、オープン中で熱劣化温度  $200^\circ\text{C}$ 、劣化時間 400 時間の熱劣化試験を行い、その熱劣化試験の前の初期と熱劣化後とに室温雰囲気中で点火プラグ孔からシリンダーボア内にエアーを注入してシリンダーボア

内を加圧して限界シール圧力を測定した結果を示すものである。

[表 1]

		金 属 箔 層				環状 ビード 段数	シール性能 MPa	
		接着	厚さ $\mu\text{m}$	材 質	接着剤		初期	熱劣化後
実 施 例	1	片面	50	アルミニウム ：日本軽金属 株式会社製 A3005 JIS H 4000	フェノール ：株式会社 東洋化学研 究所製メタ ロックN23	2	10.8	10.4
	2	両面	25	同上	同上	2	9.8	10.1
	3	片面	50	鉄鋼：川崎製 鉄株式会社製 JIS SPCC	同上	2	10.5	10.4
	4	片面	50	ステンレス鋼 ：住友金属工 業株式会社製 JIS G 4305 SUS304	同上	2	10.1	10.1
	5	片面	50	青銅：福田金 属箔粉工業株 式会社製 JIS H 3110	同上	2	9.9	9.5
	6	片面	50	チタン：福田 金属箔粉工業 株式会社製 JIS H 4600	同上	2	11.1	10.6
	7	片面	50	アルミニウム ：日本軽金属 株式会社製 A3005	エポキシ： セメダイン 株式会社製 EP-160	2	10.3	9.8
	8	片面	50	同上	ポリイミド ：新日本理 化株式会社 製リカマー トPN-20	2	10.7	10.6
	9	片面	50	同上	フェノール ：ロード社 製ケムロッ ク#254	3	13.8	13.3
	10	片面	50	同上	ポリイミド フィルム	2	9.9	9.5
比較例		なし				2	7.3	6.7

この表 1 から、上記各実施例のメタルガスケットのシール性能および耐熱性能が比較例と比べて大幅に高いことが判る。

図 19 は、上記第 1 実施例と、上記比較例と同一の比較例 1 と、上記第 1 実施例と同一構造で金属箔層 5 の材質のみ異なる比較例 2 ～ 4 とについての、熱劣化温度 200 °C、劣化時間 400 時間の熱劣化後のシール性能を対比して示す説明図である。この図 19 から、アルミニウム箔 6 を金属箔層 5 に用いた上記実施例のメタルガスケットは、銅箔を金属箔層 5 に用いた比較例 2 や、マグネシウム箔を金属箔層 5 に用いた比較例 3 や、銀箔を金属箔層 5 に用いた比較例 4 と比較して、耐熱性能が大幅に高いことが判る。

以上、図示例に基づき説明したが、この発明は上述の例に限定されるものでなく、例えば、基板 2 や副板 3 の、金属箔層 5 を設けられる面は、ラバーコートを施されていても良い。

最後に、この発明の第 3 の態様における実施の形態を実施例によって、図面に基づき詳細に説明する。ここに、図 1 は、この発明のシリンダーヘッド用メタルガスケットの一実施例の全体を示す平面図、図 20 (a) および (b) は一枚の基板についての、図 1 の A-A 線および B-B 線に沿う断面図、図 21 は、上記実施例のメタルガスケットの基板および軟質表面金属めっき層を拡大して示す断面図であり、図中先の図 29 ～ 図 31 に示すと同様の部分はそれと同一の符号にて示す。すなわち、符号 1 はメタルガスケット、2 は基板をそれぞれ示す。

上記実施例のシリンダーヘッド用メタルガスケット 1 は、それぞれラバーコートなしの鋼板 (SUS 301H 0.2t) からなり互いに重ね合わされる二枚の基板 2 を具えるとともに、それらの基板 2 間に介挿される、ラバーコートなしの鋼板 (SUS301H 0.2t) からなる副板 3 を具えている。

ここにおける二枚の基板 2 はそれぞれ、図 1 に示すように、内燃機関のシリンダーブロックの複数のシリンダーボアにそれぞれ対応して形成された複数のシリ

ンダー孔 2a と、各シリンダー孔 2a の周囲に形成された山形断面形状（いわゆるフルビード形状）の環状ビード 2b（この例では高さ 0.25mm）と、上記内燃機関のシリンダーブロックの冷却水ジャケットおよびシリンダーヘッドの冷却水孔に対応して各環状ビード 2b の外側周辺部に形成された複数の冷却水孔 2c と、複数の環状ビード 2b およびそれらの周囲に位置する複数の冷却水孔 2c を全体的に囲繞する位置に形成された片斜面形断面形状（いわゆるハーフビード形状）の外周ビード 2d とを有している。

またここにおける副板 3 は、上記基板 2 に一致した外形を有するとともに、基板 2 の各シリンダー孔 2a に対応するシリンダー孔 3d と、上記基板 2 の冷却水孔 2c のうちの幾つかに対応する冷却水孔 3e とを有している。

この実施例のシリンダーヘッド用メタルガスケット 1 はさらに、二枚の基板 2 の両面上に各面の全面を覆う厚さ  $3\mu\text{m}$  以上で  $40\mu\text{m}$  以下の軟質表面金属めっき層 7 を具えており、この軟質表面金属めっき層 7 は、図 21 に示すように、基板 2 の両面上に、例えば電気めっき工程や溶融金属めっき工程により形成された、錫、銅、銀またはそれらの合金の一層からなり、表面硬度が  $H_v 60$  以下のものである。

かかる実施例のメタルガスケット 1 によれば、二枚の基板 2 の両面上に形成されて各面の全面を覆う軟質表面金属めっき層 7 が、表面シール層として、シリンダーブロックおよびシリンダーヘッドのデッキ面の微細な傷や加工痕を埋めてミクロシールの機能を果たすので、高いシール性を発揮することができる。しかもこの実施例メタルガスケットによれば、軟質表面金属めっき層 7 が金属からなるので、特に高熱にさらされるシリンダー孔 2a 周りの環状ビード 2b において高い耐熱性を発揮することができる。

さらにこの実施例のメタルガスケット 1 によれば、軟質表面金属めっき層 7 が錫、銅、銀、またはそれらの合金の一層からなり、表面硬度が  $H_v 60$  以下のものであるため、デッキ面の微細な傷や加工痕を容易に埋めて、高いシール性を発

揮することができる。

またこの実施例のメタルガスケット 1 によれば、軟質表面金属めっき層 7 の厚さが  $3\text{ }\mu\text{m}$  以上で  $40\text{ }\mu\text{m}$  以下であるので、デッキ面の微細な傷や加工痕を充分に埋められるとともに余分なめっき材料を使用せずに済ませることができる。

図 2 2 は、この発明のメタルガスケットの他の一実施例における基板および軟質表面金属めっき層を拡大して示す断面図であり、この実施例では、各軟質表面金属めっき層 7 が基板 2 に近い側から順にベース層 7a と表面層 7b との二層から構成されていてその表面層 7b の表面硬度が  $H_v 60$  以下である点のみ先の実施例と異なっており、他の点は先の実施例と同様に構成されている。

この実施例のメタルガスケット 1 によれば、先の実施例と同様の作用効果を奏し得るのに加えて、軟質表面金属めっき層 7 がベース層 7a と表面層 7b との二層からなっているため、表面層 7b に軟質金属を用いれば足りるので、ベース層の金属に硬度が高くても基板 2 との接着性の良いものを選択し得て、軟質表面金属めっき層 7 についてはメタルガスケット 1 の耐久性を高めることができる。

次に、上記実施例のシール性の確認のためのシール試験の方法および結果について説明する。図 2 3 (a), (b) は、ガスケット試験片の形状および寸法をしめす平面図および半部断面図、図 2 4 は、シール試験装置の概要を示す断面図である。この試験では、図 2 3 に示すように、金属製の薄板 8 の両面にそれぞれ表面コーティング層 9 を設け、それにフルビード 10a を形成した外径 75mm、内径 65mm、ビード中心径 70mm のガスケット 10 を試験片とし、そのガスケット 10 を図 2 4 に示すように、シール試験装置 11 の各々アルミ合金製の上部フランジ 11a と下部フランジ 11b との間に挟んで、図示しない歪みゲージを張り付けるとともにシーリングワッシャー 11c を装着した締結ボルト 11d で締結し、水没状態で加圧通路 11e から内部に高圧エアーを導入して漏れの有無を確認することで、限界シール圧力を測定する。なお、試験条件は、締結線圧：40N/mm、締結力：8796N、締結ボルト：M10、フランジ材質：A5000 系、フランジ外径：

75mm、各フランジ高さ：50mm、免粗度：9.7  $\mu\text{m}$ (Rmax)、圧力検出媒体：エアー、試験温度：室温である。

図25は、以下の表1に示すように、ガスケット10の表面コーティング層9の金属めっき材質をそれぞれ錫(Sn)、銅(Cu)、銀(Ag)とした供試体1～3と、ガスケット10の表面コーティング層9をなくした比較例1とについて、上記シール試験を行った結果を示すものであり、図示のように、何れの供試体も比較例1と比較した極めて高い限界シール圧力を有しており、特に、最も硬度の低い錫でめっきした供試体1が最も高い限界シール圧力を有している。なお、以下のものも含めて各「供試体」は、上記実施例の軟質表面金属めっき層7の条件を満たすものである。

[表1]

表1

No.	表面コーティング			金属薄板基材		ビード形状	
	材質	層厚	硬度	材質	板厚	形状	高さ
供試体1	Snめっき	25 $\mu\text{m}$	12Hv	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm
供試体2	Cuめっき	25 $\mu\text{m}$	58Hv	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm
供試体3	Agめっき	25 $\mu\text{m}$	23Hv	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm
比較例1	表面コーティングなし			SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm

図26は、以下の表2に示すように、ガスケット10の表面コーティング層9の金属めっき材質を錫(Sn)として、その厚さを種々異ならせた供試体1～8

(図中○で示す) と、ガスケット 10 の表面コーティング層 9 をなくした比較例 1 (図中□で示す) とについて、上記シール試験を行った結果を示すものであり、図示のように、めっき層 (膜) 厚が  $3\text{ }\mu\text{m}$  以上になるとシール性向上が見られ、 $40\text{ }\mu\text{m}$  を超えるとほぼ横ばいとなることが判る。



[表 2]

表 2

No.	表面コーティング		金属薄板基材		ビード形状	
	材質	層厚	材質	板厚	形状	高さ
供試体 1	Snめっき	2 $\mu$ m	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm
供試体 2	同上	3 $\mu$ m	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm
供試体 3	同上	5 $\mu$ m	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm
供試体 4	同上	11 $\mu$ m	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm
供試体 5	同上	16 $\mu$ m	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm
供試体 6	同上	21 $\mu$ m	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm
供試体 7	同上	25 $\mu$ m	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm
供試体 8	同上	34 $\mu$ m	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm
比較例 1	表面コーティングなし		SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm

図 2 7 は、熱劣化試験の方法の概要を示す断面図であり、この試験では、上述したガスケット 10 を試験片とし、そのガスケット 10 を図 2 7 に示すように、シール試験装置 11 の各々アルミ合金製の上部フランジ 11a と下部フランジ 11b との間に挟んだ状態で、そのシール試験装置 11 を加熱オーブン 15 内の台 12 上に載置し、200℃の高温環境にてそのシール試験装置 11 に調芯鋼球 13 を介し圧縮フランジ 14 で変動圧縮荷重を加え、その熱劣化試験の前後の限界シール圧力を測定する。なお、熱劣化試験条件は、温度：200℃、Max. 圧縮荷重：8796N、Min. 圧縮荷重：4398N、変動周波数：20Hz (Sin 波形)、付加サイクル数：5×10<sup>6</sup> 回であり、シール試験の方法および条件は先のものと同様である。

図 2 8 は、以下の表 3 に示すように、ガスケット 10 の表面コーティング層 9 の金属めっき材質を錫 (Sn) および銅 (Cu) とした供試体 1, 2 と、ガスケット

10 の表面コーティング層 9 をなくした比較例 1 と、ガスケット 10 の表面コーティング層 9 をラバーコートとした比較例 2 とについて、上記熱劣化試験およびその前後のシール試験を行った結果を示すものであり、図示のように、表面コーティング層 9 の金属めっき材質を錫 (Sn) および銅 (Cu) とした供試体 1, 2 は、熱劣化による表面シール層の劣化が少ないので、耐熱シール性が向上していることが判る。

[表 3]

表 3

No.	表面コーティング			金属薄板基材		ビード形状	
	材質	層厚	硬度	材質	板厚	形状	高さ
供試体 1	Snめっき	25 $\mu$ m	12Hv	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm
供試体 2	Cuめっき	25 $\mu$ m	58Hv	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm
比較例 1	表面コーティングなし			SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm
比較例 2	ラバーコート	25 $\mu$ m	—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm

以下、さらに種々の供試体および比較例につき上記熱劣化試験およびその前後のシール試験を行った結果を説明する。

表 4 は、板厚 0.2 mm の SUS301H ステンレス薄鋼板の両面に電気めっき工程にて錫めっき層を 20  $\mu$ m 厚に形成し、さらにその鋼板にフルビードを加工して上記ガスケット 10 と同様にした供試体 1 についての試験結果を示し、この供試体 1 によれば、熱劣化試験前の初期も熱劣化試験後も安定したシール性を確保することができる。

[表 4]

表 4

No.	表面コーティング			金属薄板基材		ビード形状		シール性	
	材質	層厚	めっき方法	材質	板厚	形状	高さ	初期	熟劣化後
供試体 1	Snめっき	20 $\mu$ m	電気めっき	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	3.25Mpa	2.90Mpa
比較例 1	表面コーティングなし		—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	0.15Mpa	0.20Mpa
比較例 2	フルコーティング	25 $\mu$ m	—	SUS301H <sub>s</sub>	0.2mm	フルビード	0.25mm	3.45Mpa	0.95Mpa

表5は、板厚0.2 mmのSUS301H ステンレス薄鋼板の両面に電気めっき工程にて銅めっき層を30  $\mu$ m 厚に形成し、さらにその鋼板にフルビードを加工して上記ガスケット10と同様にした供試体1についての試験結果を示し、この供試体1によれば、熱劣化試験前の初期も熱劣化試験後も安定したシール性を確保することができる。

[表 5]

表 5

No.	表面コーティング			金属薄板基材		ヒード形状		シール性	
	材質	層厚	めっき方法	材質	板厚	形状	高さ	初期	熱劣化後
供試体 1	Cuめっき	30 $\mu$ m	電気めっき	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	1.25Mpa	1.35Mpa
比較例 1	表面コーティングなし		—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	0.15Mpa	0.20Mpa
比較例 2	ラバーコーティング	25 $\mu$ m	—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	3.45Mpa	0.95Mpa

表 6 は、板厚 0.2 mm の SUS301H ステンレス薄鋼板の両面に電気めっき工程にて銀めっき層を 15  $\mu$ m 厚に形成し、さらにその鋼板にフルビードを加工して上記ガスケット 10 と同様にした供試体 1 についての試験結果を示し、この供試体 1 によれば、熱劣化試験前の初期も熱劣化試験後も安定したシール性を確保することができる。

[表 6]

表 6

No.	表面コーティング			金属薄板基材		ヒード形状		シール性	
	材質	層厚	めっき方法	材質	板厚	形状	高さ	初期	熱劣化後
供試体 1	Agめっき	15 $\mu\text{m}$	電気めっき	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	2.45Mpa	2.50Mpa
比較例 1	表面コーティングなし		—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	0.15Mpa	0.20Mpa
比較例 2	ラバーコーティング	25 $\mu\text{m}$	—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	3.45Mpa	0.95Mpa



表 7 は、板厚 0.2 mm の SUS301H ステンレス薄鋼板の両面に電気めっき工程にて軟質金属である金 (Au) めっき層を 10  $\mu$ m 厚に形成し、さらにその鋼板にフルビードを加工して上記ガスケット 10 と同様にした供試体 1 についての試験結果を示し、この供試体 1 によれば、熱劣化試験前の初期も熱劣化試験後も安定したシール性を確保することができる。

[表 7]

表 7

No.	表面コーティング			金属薄板基材		ビード形状		シール性	
	材質	層厚	めっき方法	材質	板厚	形状	高さ	初期	熱劣化後
供試体 1	Auめっき	10 $\mu\text{m}$	電気めっき	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	1.75Mpa	1.60Mpa
比較例 1	表面コーティングなし		—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	0.15Mpa	0.20Mpa
比較例 2	ラバーコーティング	25 $\mu\text{m}$	—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	3.45Mpa	0.95Mpa

表 8 は、板厚 0.2 mm の SUS301H ステンレス薄鋼板の両面に電気めっき工程にて鉄 (Fe) めっき層を 35  $\mu$ m 厚に形成し、さらにその鋼板にフルビードを加工して上記ガスケット 10 と同様にした比較例 1 についての試験結果を示し、この比較例 1 は、めっき層の表面硬度が高すぎるため、十分な密封効果が得られず、良好なシール性を確保することができない。

[表 8]

表 8

No.	表面コーティング			金属薄板基材		ビード形状		シール性	
	材質	層厚	めっき方法	材質	板厚	形状	高さ	初期	熱劣化後
比較例 1	Feめっき	35 $\mu$ m	電気めっき	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	0.05Mpa	0.05Mpa
比較例 2	表面コーティングなし		—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	0.15Mpa	0.20Mpa
比較例 3	ラバーコーティング	25 $\mu$ m	—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	3.45Mpa	0.95Mpa

表 9 は、板厚 0.2 mm の SUS301H ステンレス薄鋼板の両面に電気めっき工程にて亜鉛 (Zn) めっき層を 15  $\mu$ m 厚に形成し、さらにその鋼板にフルビードを加工して上記ガスケット 10 と同様にした比較例 1 についての試験結果を示し、この比較例 1 も、めっき層の表面硬度が高すぎるため、十分な密封効果が得られず、良好なシール性を確保することができない。

[表 9]

表 9

No.	表面コーティング			金属薄板基材		ヒード形状		シール性	
	材質	層厚	めっき方法	材質	板厚	形状	高さ	初期	熱劣化後
比較例 1	Znめっき	15 $\mu\text{m}$	電気めっき	SUS301H	0.2mm	フルヒード	0.25mm	0.35Mpa	0.40Mpa
比較例 2	表面コーティングなし		—	SUS301H	0.2mm	フルヒード	0.25mm	0.15Mpa	0.20Mpa
比較例 3	ラバーコーティング	25 $\mu\text{m}$	—	SUS301H	0.2mm	フルヒード	0.25mm	3.45Mpa	0.95Mpa

表 10 は、板厚 0.2 mm の SUS301H ステンレス薄鋼板の両面に溶融金属めっき工程にて錫－銅 (Sn－Cu2%) 合金めっき層を 25  $\mu$ m 厚に形成し、さらにその鋼板にフルビードを加工して上記ガasket 10 と同様にした供試体 1 についての試験結果を示し、この供試体 1 によれば、熱劣化試験前の初期も熱劣化試験後も安定したシール性を確保することができる。

[表 10]

表 10

No.	表面コーティング			金属薄板基材		ビード形状		シール性	
	材質	層厚	めっき方法	材質	板厚	形状	高さ	初期	熱劣化後
供試体 1	Sn-Cuめっき	25 $\mu$ m	溶融めっき	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	2.75Mpa	2.55Mpa
比較例 1	表面コーティングなし		—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	0.15Mpa	0.20Mpa
比較例 2	ラバーコーティング	25 $\mu$ m	—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	3.45Mpa	0.95Mpa



表 1 1 は、板厚 0.2 mm の SUS301H ステンレス薄鋼板の両面に溶融金属めっき工程にて銅－銀（Cu－Ag5%）合金めっき層を 30  $\mu$ m 厚に形成し、さらにその鋼板にフルビードを加工して上記ガスケット 10 と同様にした供試体 1 についての試験結果を示し、この供試体 1 によれば、熱劣化試験前の初期も熱劣化試験後も安定したシール性を確保することができる。

[表 1 1]

表 1 1

No.	表面コーティング			金属薄板基材		ヒード形状		シール性	
	材質	層厚	めっき方法	材質	板厚	形状	高さ	初期	熱劣化後
供試体 1	Cu-Agめっき	30 $\mu$ m	溶融めっき	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	2.30Mpa	2.25Mpa
比較例 1	表面コーティングなし		—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	0.15Mpa	0.20Mpa
比較例 2	ラバーコーティング	25 $\mu$ m	—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	3.45Mpa	0.95Mpa

表 1 2 は、板厚 0.2 mm の SUS301H ステンレス薄鋼板の両面に何れも電気めっき工程にて、先ずベース層として銅めっき層を 10  $\mu$ m 厚に形成し、その上に表面層として錫めっき層を 10  $\mu$ m 厚に形成し、さらにその鋼板にフルビードを加工して上記ガスケット 10 と同様にした供試体 1 についての試験結果を示し、この供試体 1 によれば、熱劣化試験前の初期も熱劣化試験後も安定したシール性を確保することができる。

[表 1 2]

表 1 2

No.	表面コーティング			金属薄板基材		ビード形状		シール性	
	材質	層厚	めっき方法	材質	板厚	形状	高さ	初期	熱劣化後
供試体 1	Cuめっき	10 $\mu$ m	電気めっき	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	3.05Mpa	2.85Mpa
	Snめっき	10 $\mu$ m							
比較例 1	表面コーティングなし		—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	0.15Mpa	0.20Mpa
比較例 2	フルコーティング	25 $\mu$ m	—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	3.45Mpa	0.95Mpa

表 1 3 は、板厚 0.2 mm の SUS301H ステンレス薄鋼板の両面に何れも電気めっき工程にて、先ずベース層として銅めっき層を 15  $\mu$ m 厚に形成し、その上に表面層として銀めっき層を 10  $\mu$ m 厚に形成し、さらにその鋼板にフルビードを加工して上記ガスケット 10 と同様にした供試体 1 についての試験結果を示し、この供試体 1 によれば、熱劣化試験前の初期も熱劣化試験後も安定したシール性を確保することができる。

[表 1 3]

表 1 3

No.	表面コーティング			金属薄板基材		ビード形状		シール性	
	材質	層厚	めっき方法	材質	板厚	形状	高さ	初期	熱劣化後
供試体 1	Cuめっき	15 $\mu$ m	電気めっき	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	2.30Mpa	2.15Mpa
	Agめっき	10 $\mu$ m							
比較例 1	表面コーティングなし		—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	0.15Mpa	0.20Mpa
比較例 2	ラバーコーティング	25 $\mu$ m	—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	3.45Mpa	0.95Mpa

表 1 4 は、板厚 0.2 mm の SUS301H ステンレス薄鋼板の両面に何れも電気めっき工程にて、先ずベース層としてニッケル (Ni) めっき層を 8  $\mu$ m 厚に形成し、その上に表面層として錫めっき層を 20  $\mu$ m 厚に形成し、さらにその鋼板にフルビードを加工して上記ガスケット 10 と同様にした供試体 1 についての試験結果を示し、この供試体 1 によれば、熱劣化試験前の初期も熱劣化試験後も安定したシール性を確保することができる。

[表 1 4]

表 1 4

No.	表面コーティング			金属薄板基材		ビード形状		シール性	
	材質	層厚	めっき方法	材質	板厚	形状	高さ	初期	熱劣化後
供試体 1	Niめっき	8 $\mu\text{m}$	電気めっき	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	3.05Mpa	3.10Mpa
	Snめっき	20 $\mu\text{m}$							
比較例 1	表面コーティングなし		—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	0.15Mpa	0.20Mpa
比較例 2	ラバーコーティング	25 $\mu\text{m}$	—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	3.45Mpa	0.95Mpa



表 1 5 は、板厚 0.25mm の SUS301H ステンレス薄鋼板の両面に電気めっき工程にて錫めっき層を 25  $\mu$ m 厚に形成し、さらにその鋼板にハーフビードを加工して上記ガスケット 10 と同様にした供試体 1 についての試験結果を示し、この供試体 1 によれば、熱劣化試験前の初期も熱劣化試験後も安定したシール性を確保することができる。

[表 1 5]

表 1 5

No.	表面コーティング			金属薄板基材		ビード形状		シール性	
	材質	層厚	めっき方法	材質	板厚	形状	高さ	初期	熱劣化後
供試体 1	Snめっき	25 $\mu$ m	電気めっき	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	1.30Mpa	1.15Mpa
比較例 1	表面コーティングなし		—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	0.05Mpa	0.05Mpa
比較例 2	ラボ-コーティング	25 $\mu$ m	—	SUS301H	0.2mm	フルビード	0.25mm	1.55Mpa	0.40Mpa

表 1 6 は、板厚 0.2 mm の SUS304 ステンレス薄鋼板の両面に電気めっき工程にて錫めっき層を 25  $\mu$ m 厚に形成し、さらにその鋼板にフルビードを加工して上記ガスケット 10 と同様にした供試体 1 についての試験結果を示し、この供試体 1 によれば、熱劣化試験前の初期も熱劣化試験後も安定したシール性を確保することができる。

[表 16]

表 16

No.	表面コーティング			金属薄板基材		ビード形状		シール性	
	材質	層厚	めっき方法	材質	板厚	形状	高さ	初期	熱劣化後
供試体 1	Snめっき	25 $\mu$ m	電気めっき	SUS304	0.2mm	フルビード	0.25mm	0.65Mpa	0.45Mpa
比較例 1	表面コーティングなし		—	SUS304	0.2mm	フルビード	0.25mm	0.01Mpa	0.01Mpa
比較例 2	ラバーコーティング	25 $\mu$ m	—	SUS304	0.2mm	フルビード	0.25mm	0.70Mpa	0.20Mpa

表 1 7 は、板厚 0.2 mm の SPCC 薄鋼板の両面に電気めっき工程にて錫めっき層を 25  $\mu$ m 厚に形成し、さらにその鋼板にフルビードを加工して上記ガスケット 10 と同様にした供試体 1 についての試験結果を示し、この供試体 1 によれば、熱劣化試験前の初期も熱劣化試験後も安定したシール性を確保することができる。

[表 17]

表 17

No.	表面コーティング			金属薄板基材		ヒード形状		シール性	
	材質	層厚	めっき方法	材質	板厚	形状	高さ	初期	熟劣化後
供試体 1	Snめっき	25 $\mu$ m	電気めっき	SPCC	0.2mm	フルビード	0.25mm	0.45Mpa	0.30Mpa
比較例 1	表面コーティングなし		—	SPCC	0.2mm	フルビード	0.25mm	0.01Mpa	0.01Mpa
比較例 2	ラバーコーティング	25 $\mu$ m	—	SPCC	0.2mm	フルビード	0.25mm	0.50Mpa	0.15Mpa

以上述べたように、上述した供試体と同様の軟質金属めっき層 7 を具える前記各実施例のメタルガスケットによれば、高いシール性と高い耐熱性を発揮することができることが判る。

以上、図示例に基づき説明したが、この発明は上述の例に限定されるものでなく、例えば、副板 3 を省略しても良く、また基板 2 一枚で単板型としても良い。さらに、軟質表面金属めっき層 7 は、二枚の基板 2 のそれぞれの両面でなく外向きの面（シリンダーブロックおよびシリンダーヘッドのデッキ面に対抗する面）上のみに形成しても良い。そして軟質表面金属めっき層 7 は、少なくとも各環状ビード 2b を覆うものであれば良く必ずしも基板 2 の全面を覆わなくても良い。

#### 産業上の利用可能性

かくしてこの発明によれば、安価で段差量の制御の自由度の高い優れたメタルガスケットを提供することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. それぞれ金属板からなり、内燃機関のシリンダーブロックの各シリンダーボアに対応して形成されたシリンダー孔（2a）と、前記各シリンダー孔の周囲に形成された山形断面形状の環状ビード（2b）と、前記内燃機関のシリンダーブロックの冷却水ジャケットおよびシリンダーヘッドの冷却水孔に対応して前記各環状ビードの外側周辺部に形成された冷却水孔（2c）と、前記環状ビードおよび前記冷却水孔を全体的に囲繞する位置に形成された片斜面形断面形状の外周ビード（2d）とを有し、互いに重ね合わされる二枚の基板（2）と、

金属板からなり、前記二枚の基板間に介挿される副板（3）と、

前記副板の少なくとも片面上に形成されて、前記基板の前記各環状ビードと重なるとともにその環状ビードの頂部と対向するように前記環状ビードよりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、前記基板の前記各シリンダー孔を環状に囲む硬質金属めっき層（5）と、

を具えてなる、シリンダーヘッド用メタルガasket。

2. 前記副板には、前記基板の前記環状ビードと重なるとともに頂部同士が対向するように山形断面形状の環状ビードが形成されていることを特徴とする、請求項1記載のシリンダーヘッド用メタルガasket。

3. それぞれ金属板からなり、内燃機関のシリンダーブロックの各シリンダーボアに対応して形成されたシリンダー孔（2a）と、前記各シリンダー孔の周囲に形成された山形断面形状の環状ビード（2b）と、前記内燃機関のシリンダーブロックの冷却水ジャケットおよびシリンダーヘッドの冷却水孔に対応して前記各環状ビードの外側周辺部に形成された冷却水孔（2c）と、前記環状ビードおよび前記冷却水孔を全体的に囲繞する位置に形成された片斜面形断面形状の外周ビード（2d）とを有し、互いに重ね合わされる二枚の基板（2）と、

前記二枚の基板の一方もしくは両方の、他方の基板に向く面上に形成されて、



前記基板の前記各環状ビードと重なりとともにその環状ビードの頂部と対向するように前記環状ビードよりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、前記基板の前記各シリンダー孔を環状に囲む硬質金属めっき層（５）と、を具えてなる、シリンダーヘッド用メタルガスケット。

４． 前記硬質金属めっき層（５）は、ニッケル、ニッケル・リン、または銅からなり、硬度がHv 60以上のものであることを特徴とする、請求項１から３までの何れか記載のシリンダーヘッド用メタルガスケット。

５． 複数の前記シリンダー孔（２a）に関する前記硬質金属めっき層の段差量の分布は、複数の前記シリンダーボアに関する前記内燃機関の剛性分布に対応していることを特徴とする、請求項１から３までの何れか記載のシリンダーヘッド用メタルガスケット。

６． それぞれ金属板からなり、内燃機関のシリンダーブロックの各シリンダーボアに対応して形成されたシリンダー孔（２a）と、前記各シリンダー孔の周囲に形成された山形断面形状の環状ビード（２b）と、前記内燃機関のシリンダーブロックの冷却水ジャケットおよびシリンダーヘッドの冷却水孔に対応して前記各環状ビードの外側周辺部に形成された冷却水孔（２c）と、前記環状ビードおよび前記冷却水孔を全体的に圍繞する位置に形成された片斜面形断面形状の外周ビード（２d）とを有し、互いに重ね合わされる二枚の基板（２）と、

金属板からなり、前記二枚の基板間に介挿される副板（３）と、

前記副板の少なくとも片面上に接着されて、前記基板の前記各環状ビードと重なりとともにその環状ビードの頂部と対向するように前記環状ビードよりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、前記基板の前記各シリンダー孔を環状に囲む金属箔（６）からなる金属箔層（５）と、

少なくとも加圧されつつ前記金属箔を前記副板に接着する接着剤からなる接着剤層（７）と、

を具えてなる、シリンダーヘッド用メタルガスケット。

7. 前記副板には、前記基板の前記環状ビードと重なりとともに頂部同士が対向するように山形断面形状の環状ビードが形成されていることを特徴とする、請求項6記載のシリンダーヘッド用メタルガasket。

8. それぞれ金属板からなり、内燃機関のシリンダーブロックの各シリンダーボアに対応して形成されたシリンダー孔(2a)と、前記各シリンダー孔の周囲に形成された山形断面形状の環状ビード(2b)と、前記内燃機関のシリンダーブロックの冷却水ジャケットおよびシリンダーヘッドの冷却水孔に対応して前記各環状ビードの外側周辺部に形成された冷却水孔(2c)と、前記環状ビードおよび前記冷却水孔を全体的に囲繞する位置に形成された片斜面形断面形状の外周ビード(2d)とを有し、互いに重ね合わされる二枚の基板(2)と、

前記二枚の基板の一方もしくは両方の、他方の基板に向く面上に接着されて、前記基板の前記各環状ビードと重なりとともにその環状ビードの頂部と対向するように前記環状ビードよりも半径方向内方の位置から半径方向外方の位置まで延在し、前記基板の前記各シリンダー孔を環状に囲む金属箔(6)からなる金属箔層(5)と、

少なくとも加圧されつつ前記金属箔を前記副板に接着する接着剤からなる接着剤層(7)と、

を具えてなる、シリンダーヘッド用メタルガasket。

9. 前記金属箔(6)は、アルミニウム、アルミニウム合金、鉄鋼、ステンレス鋼、青銅、チタン、またはニッケルからなり、硬度がHv60以上のものであることを特徴とする、請求項6から8までの何れか記載のシリンダーヘッド用メタルガasket。

10. 前記接着剤層(7)の接着剤は、フェノール、エポキシ、ポリイミド、またはこれらのうち少なくとも二種の混合物からなることを特徴とする、請求項6から9までの何れか記載のシリンダーヘッド用メタルガasket。

1 1. それぞれ金属板からなり、内燃機関のシリンダーブロックの各シリンダーボアに対応して形成されたシリンダー孔 (2a) と、前記各シリンダー孔の周囲に形成された山形断面形状の環状ビード (2b) と、前記内燃機関のシリンダーブロックの冷却水ジャケットおよびシリンダーヘッドの冷却水孔に対応して前記各環状ビードの外側周辺部に形成された冷却水孔 (2c) と、前記環状ビードおよび前記冷却水孔を全体的に囲繞する位置に形成された片斜面形断面形状の外周ビード (2d) とを有して互いに積層される二枚の基板 (2) を少なくとも具備するとともに、

前記二枚の基板の少なくとも外向きの面上に形成されて少なくとも前記各環状ビードを覆う軟質表面金属めっき層 (7) を具備する、シリンダーヘッド用メタルガスケット。

1 2. 金属板からなり、内燃機関のシリンダーブロックの各シリンダーボアに対応して形成されたシリンダー孔 (2a) と、前記各シリンダー孔の周囲に形成された山形断面形状の環状ビード (2b) と、前記内燃機関のシリンダーブロックの冷却水ジャケットおよびシリンダーヘッドの冷却水孔に対応して前記各環状ビードの外側周辺部に形成された冷却水孔 (2c) と、前記環状ビードおよび前記冷却水孔を全体的に囲繞する位置に形成された片斜面形断面形状の外周ビード (2d) とを有する一枚のみの基板 (2) と、

前記基板の両面上に形成されて少なくとも前記各環状ビードを覆う軟質表面金属めっき層 (7) と、

を具備する、シリンダーヘッド用メタルガスケット。

1 3. 前記軟質表面金属めっき層 (7) は、錫、銅、銀またはそれらの合金の一層または複数層からなり、表面硬度が  $H_v 60$  以下のものであることを特徴とする、請求項 1 1 または 1 2 記載のシリンダーヘッド用メタルガスケット。

1 4. 前記軟質表面金属めっき層 (7) の厚さは、 $3 \mu m$  以上で  $40 \mu m$  以下

であることを特徴とする、請求項 1 1 から 1 3 までの何れか記載のシリンダーヘッド用メタルガasket。

FIG. 1

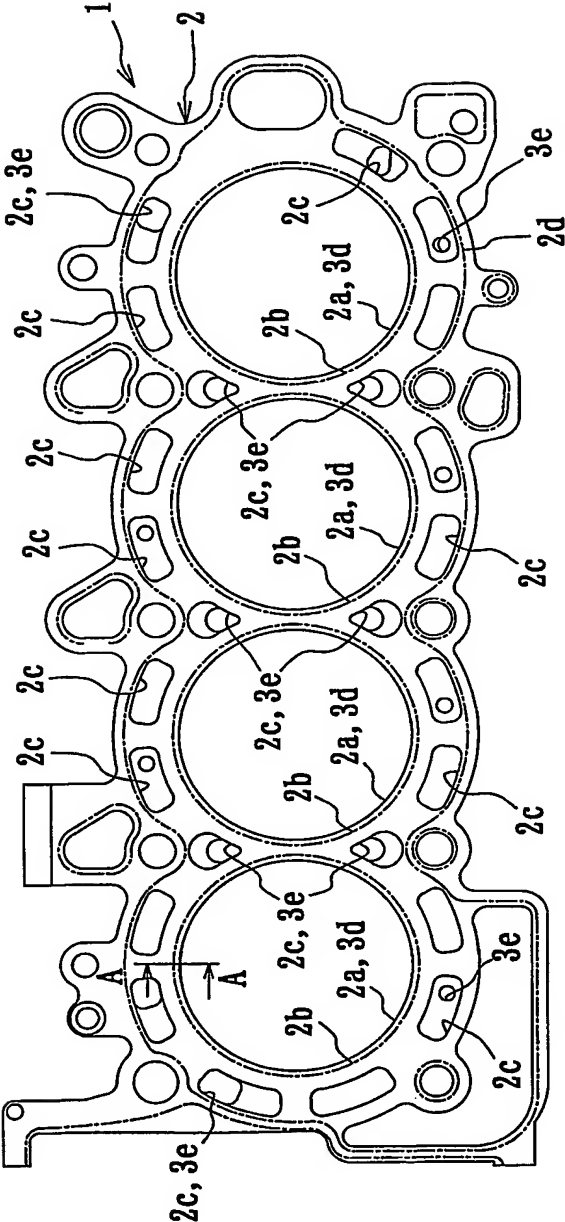
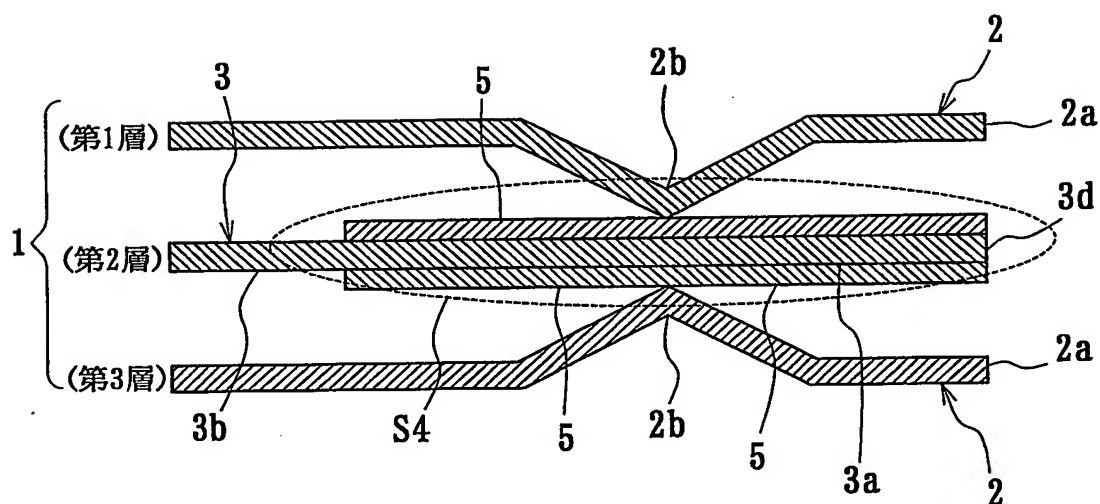


FIG. 2



**FIG. 3**

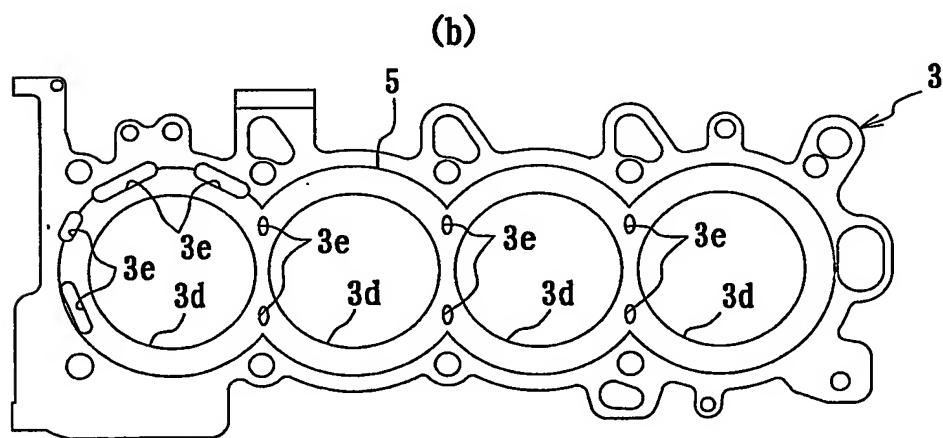
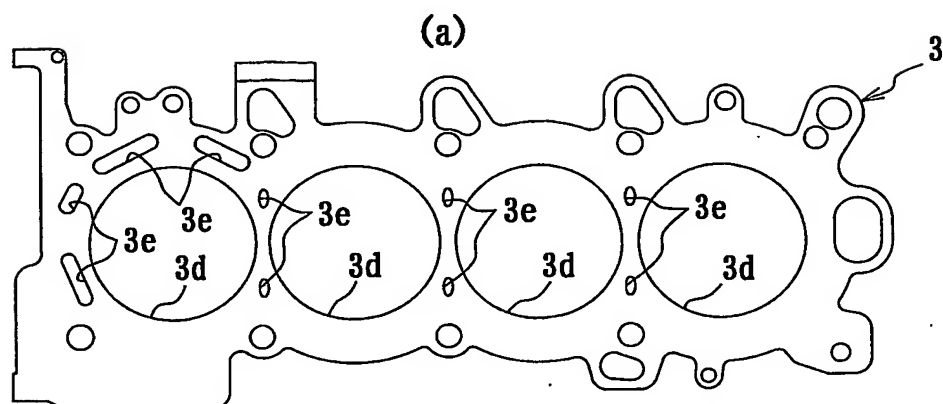


FIG. 4

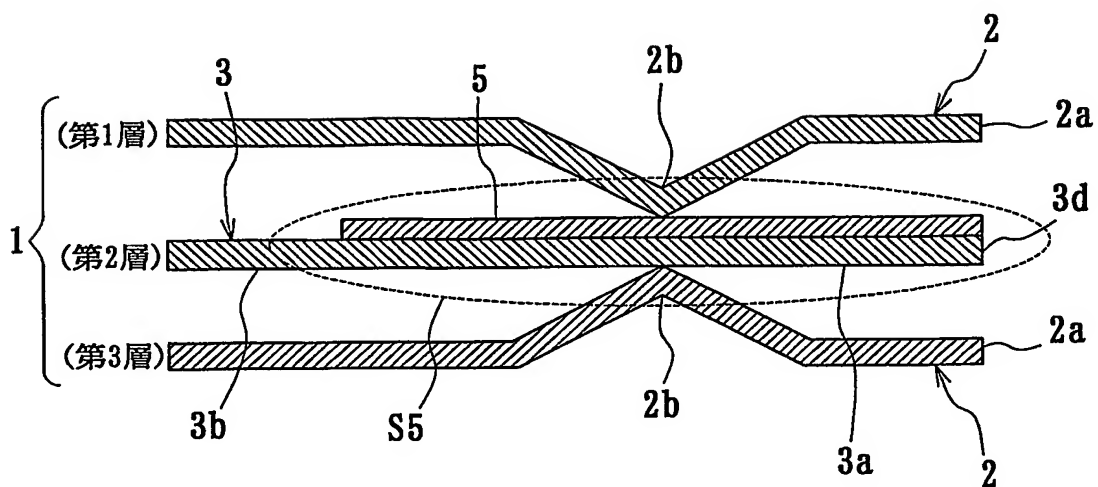


FIG. 5

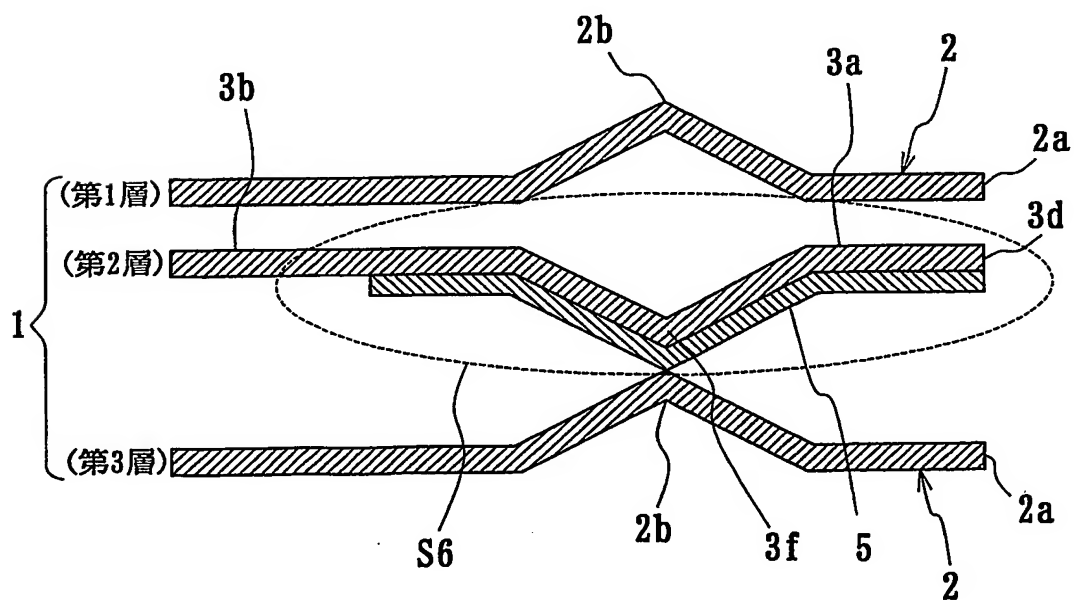




FIG. 6

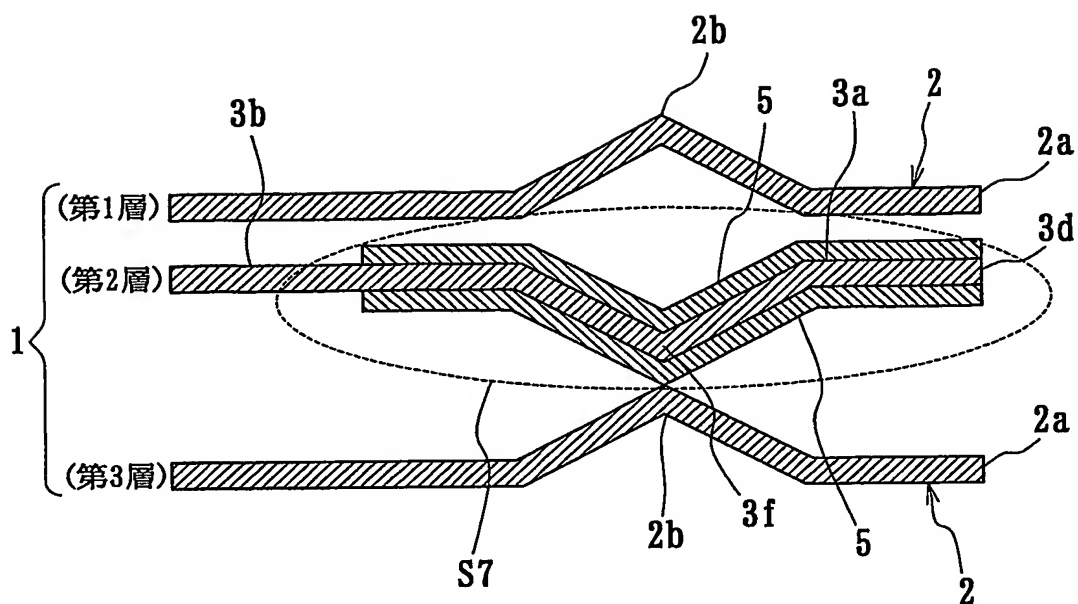


FIG. 7

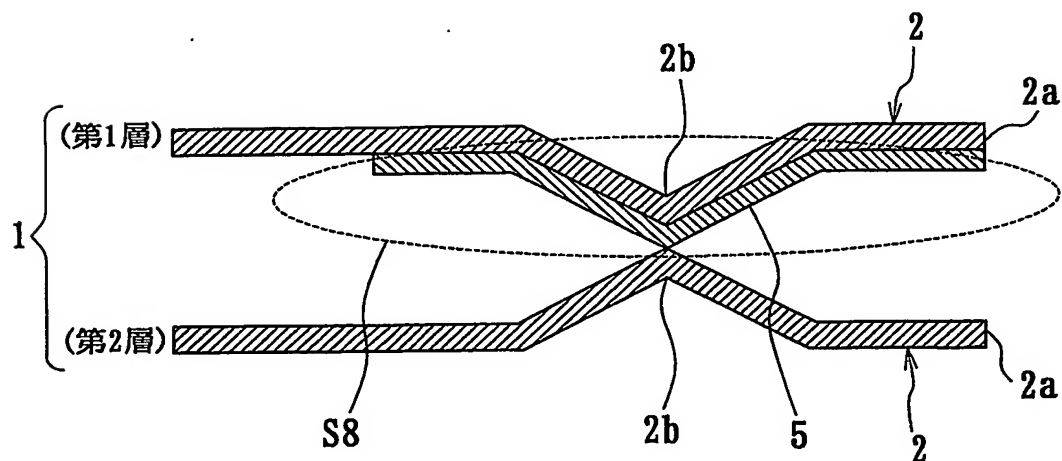


FIG. 8

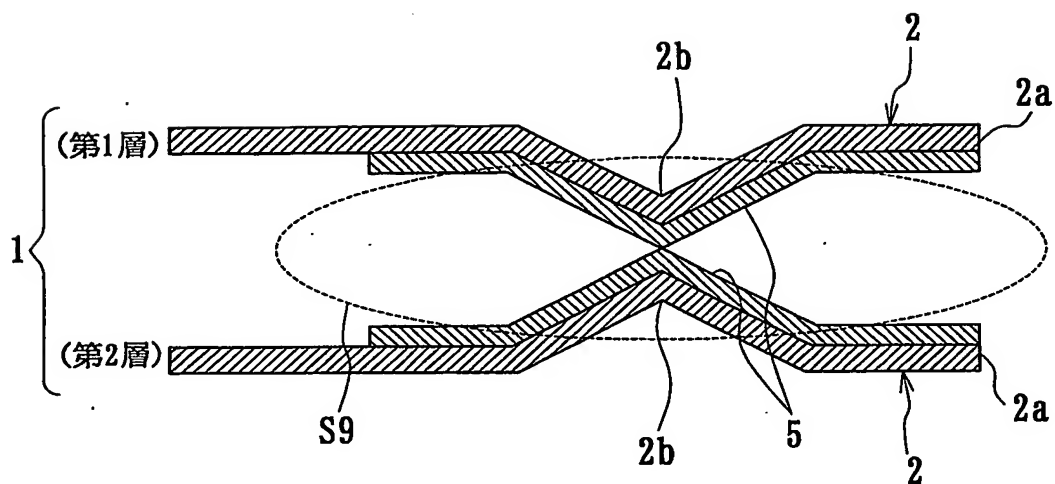


FIG. 9

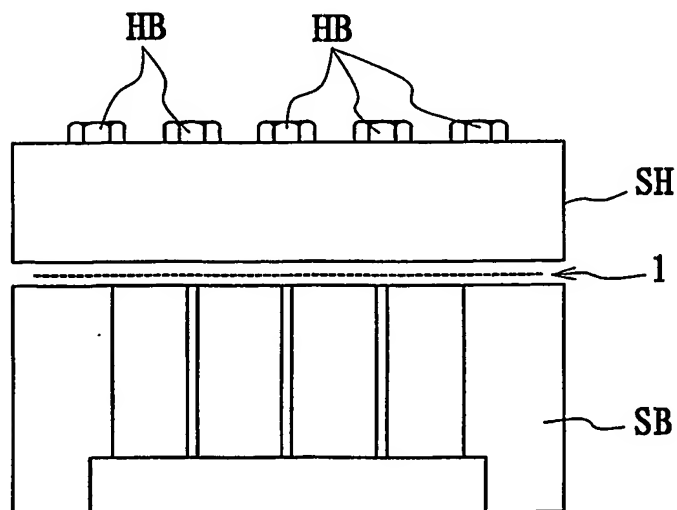


FIG. 10

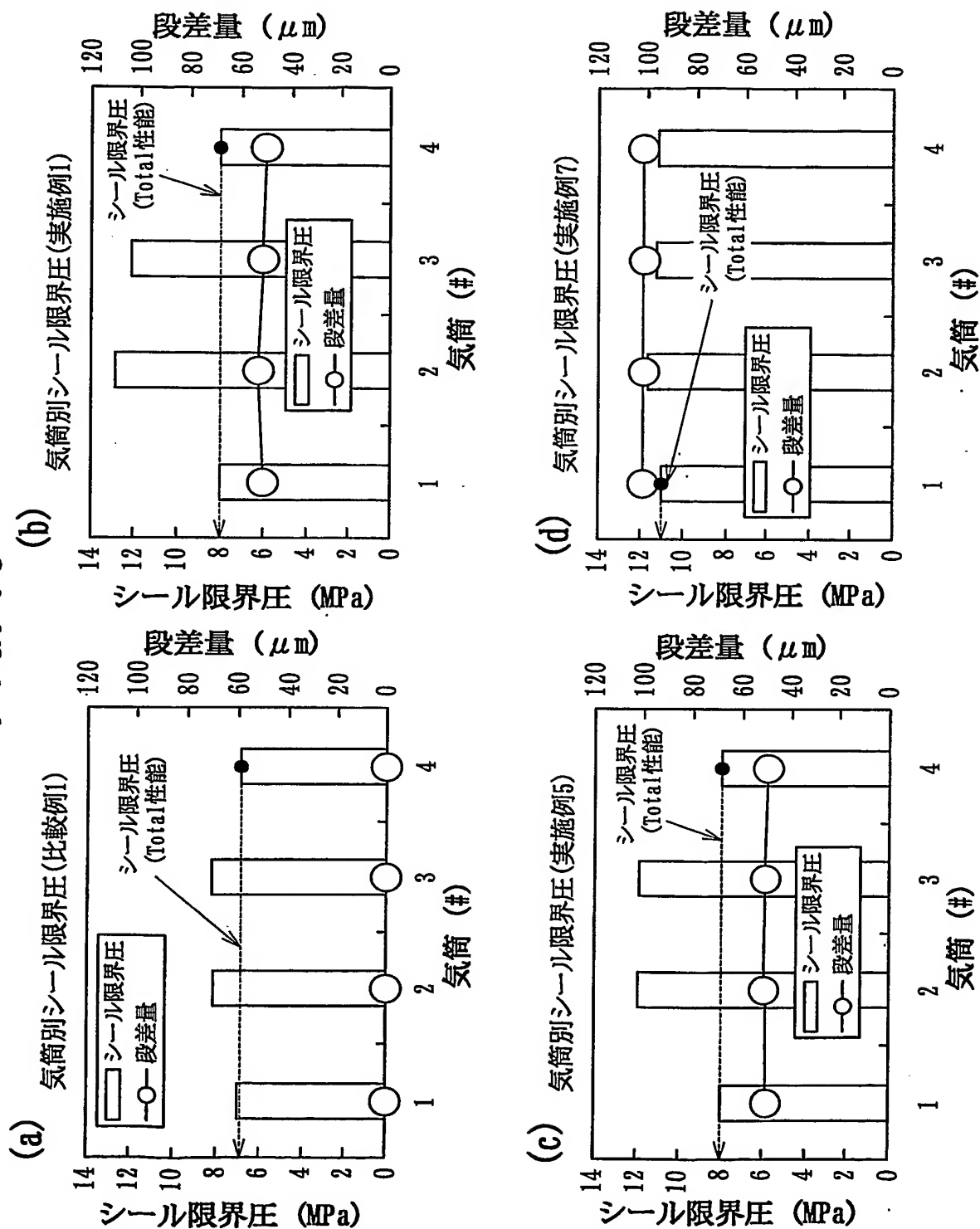


FIG. 11

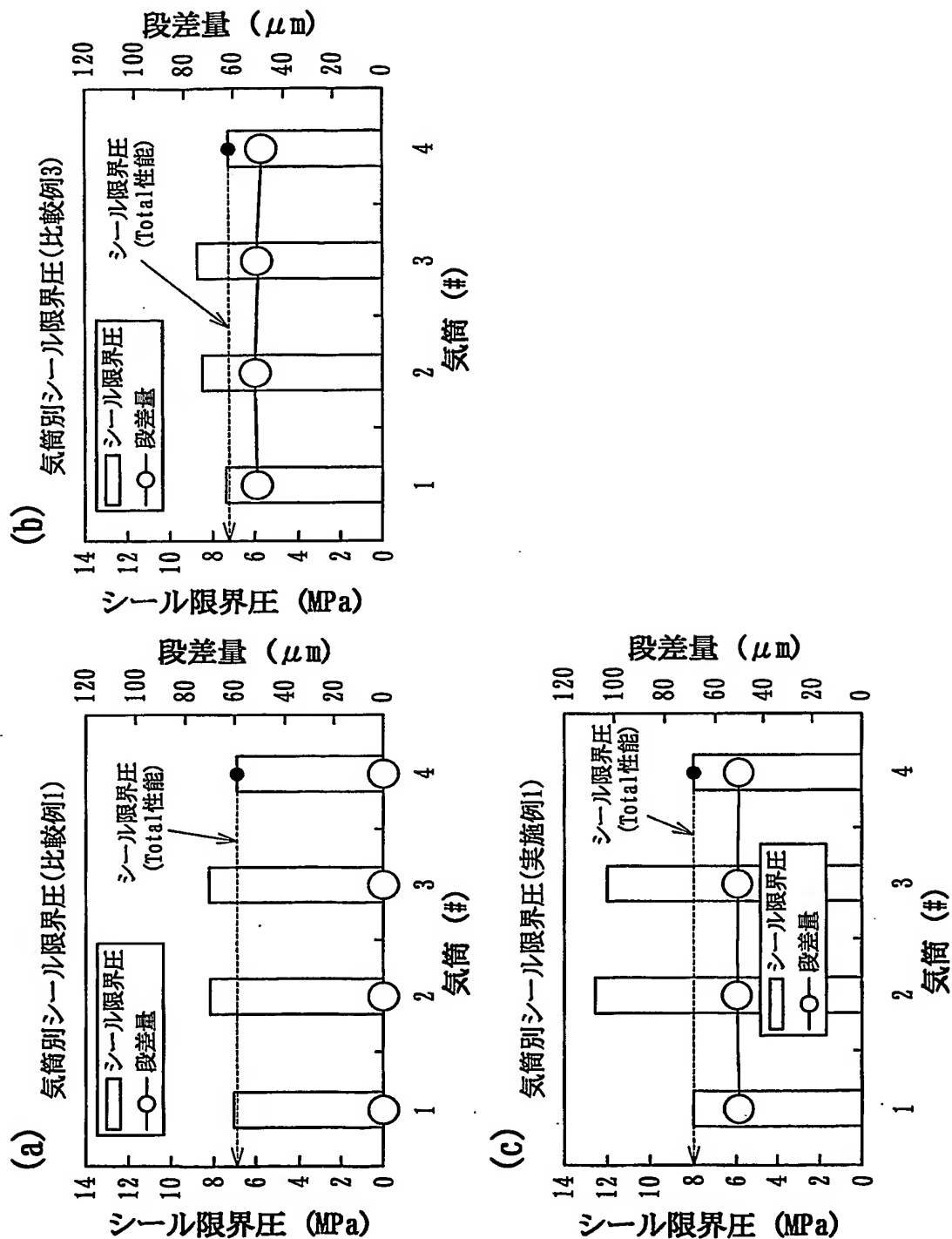


FIG. 12

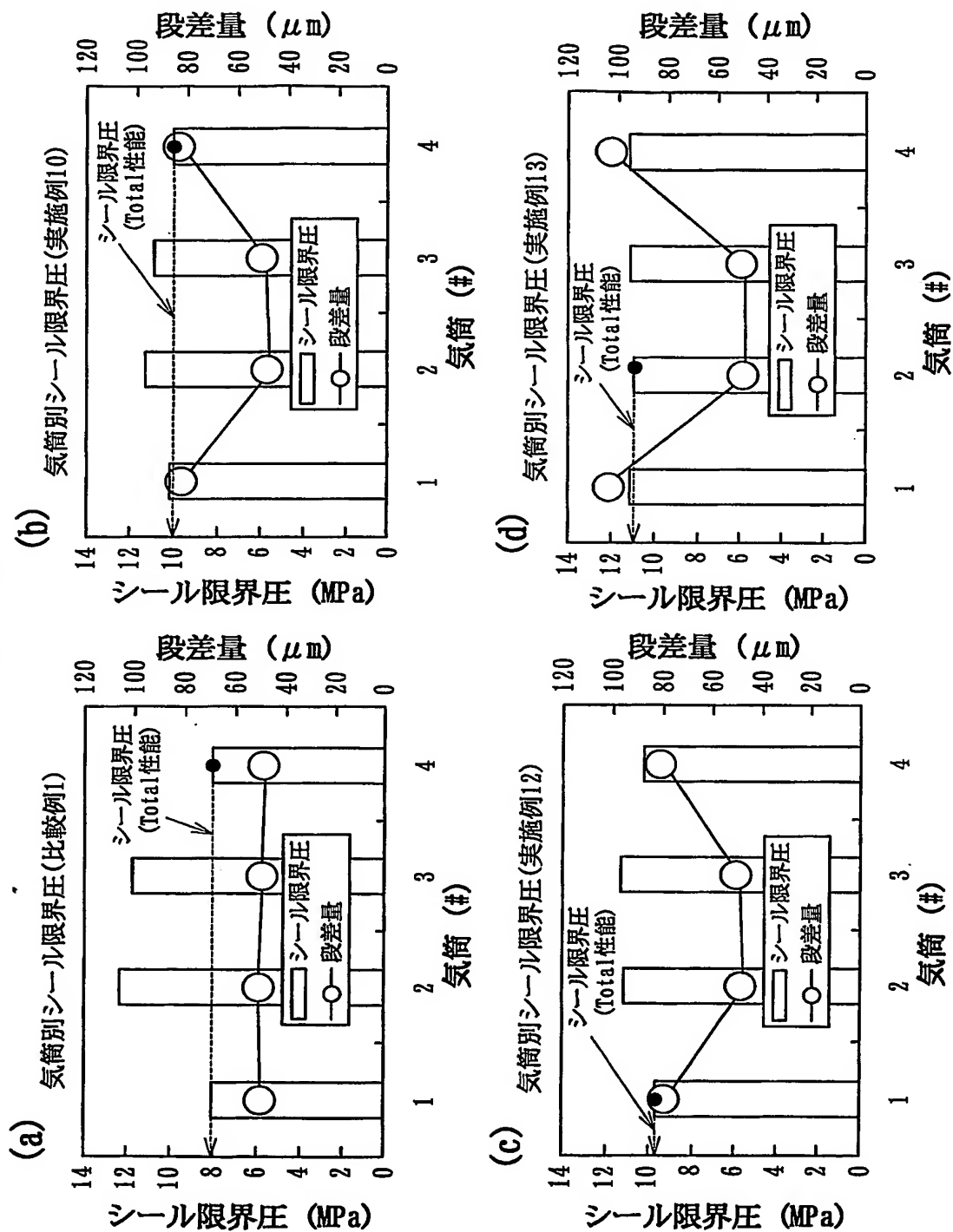


FIG. 13

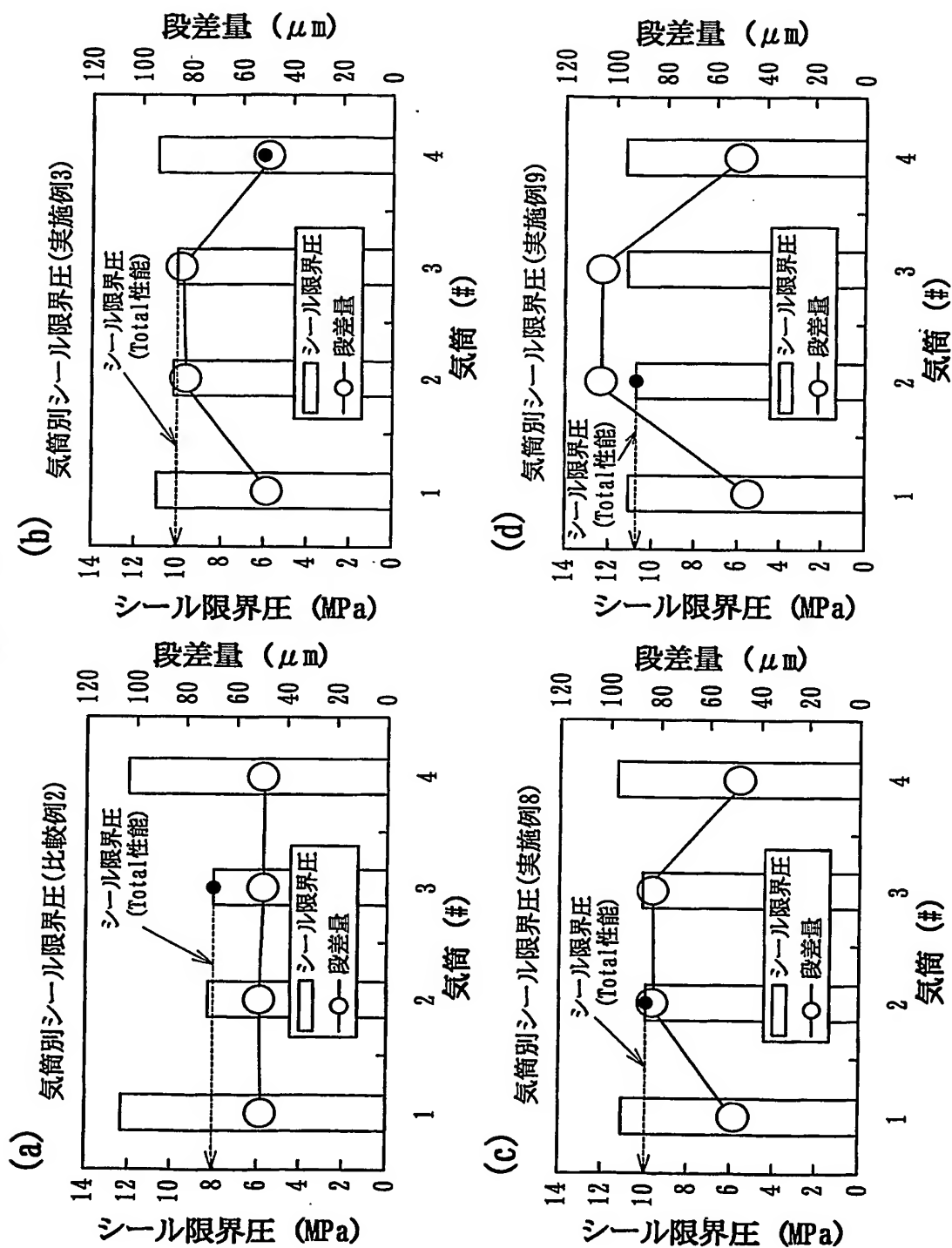
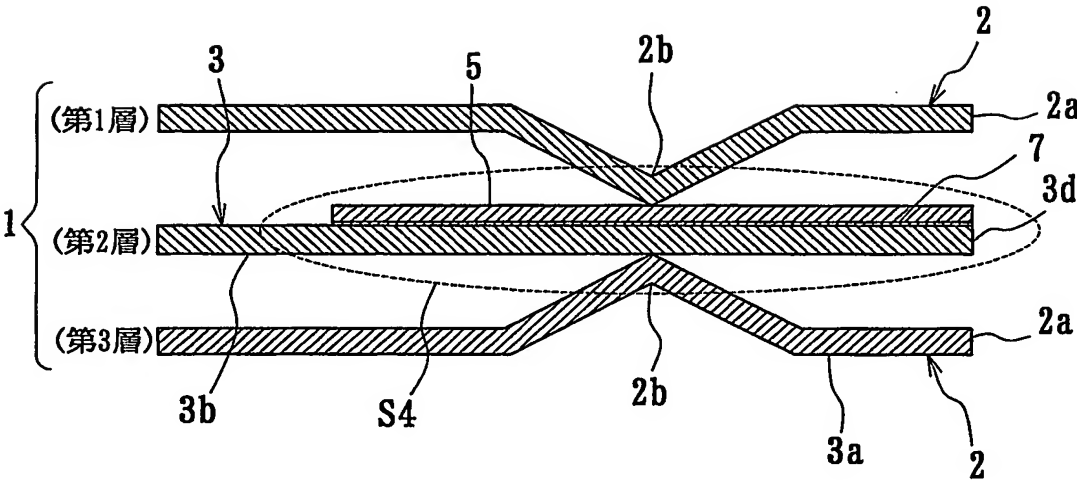


FIG. 14



**FIG. 15**

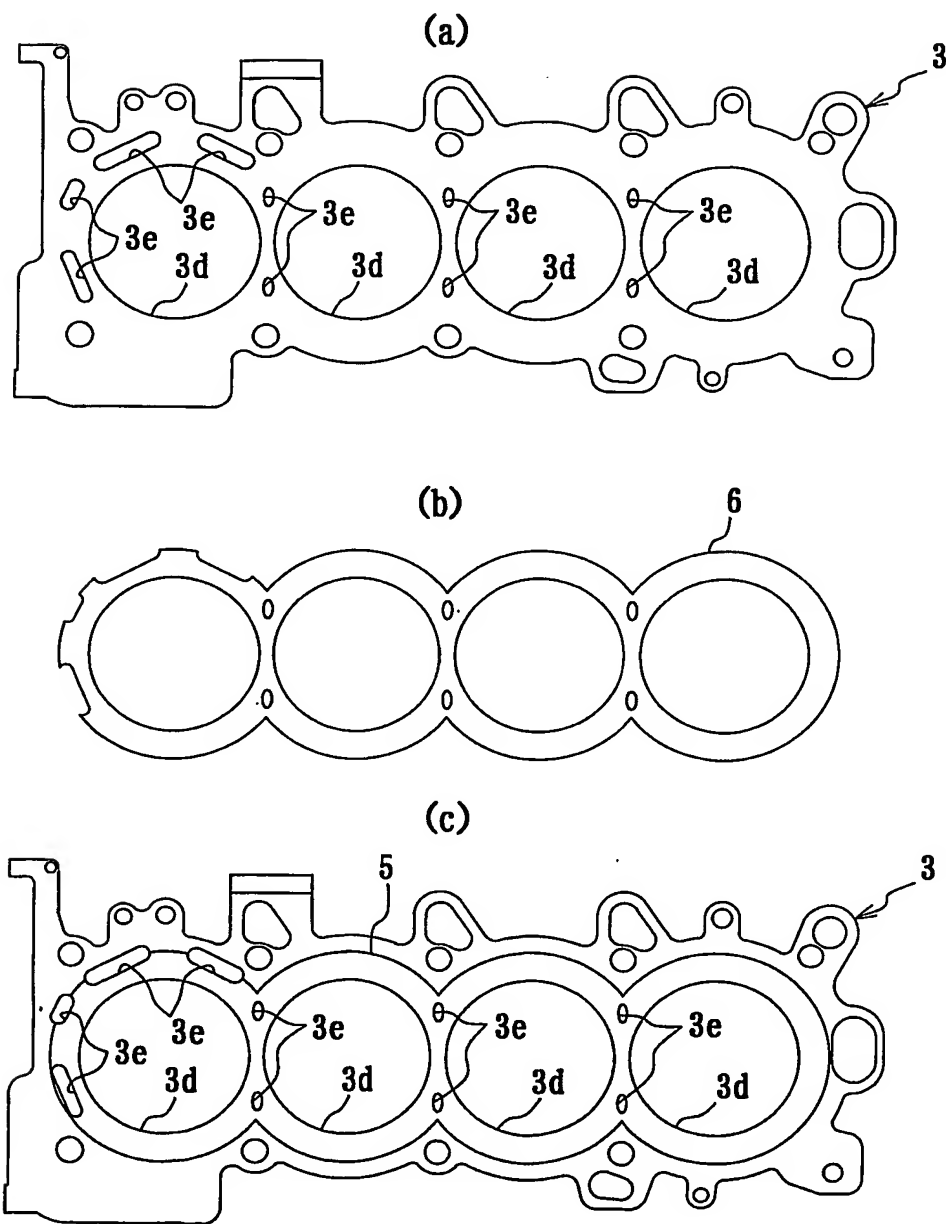




FIG. 16

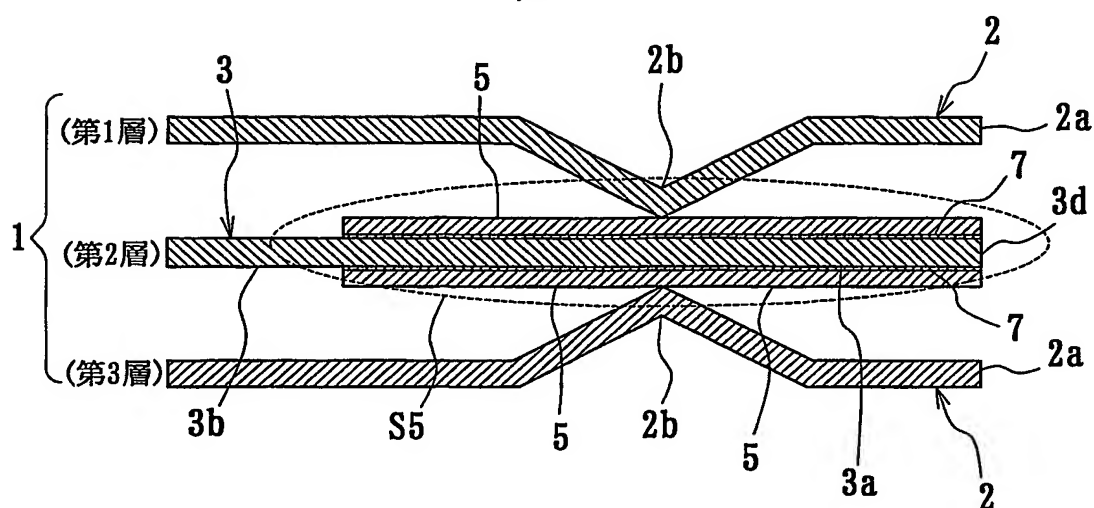


FIG. 17

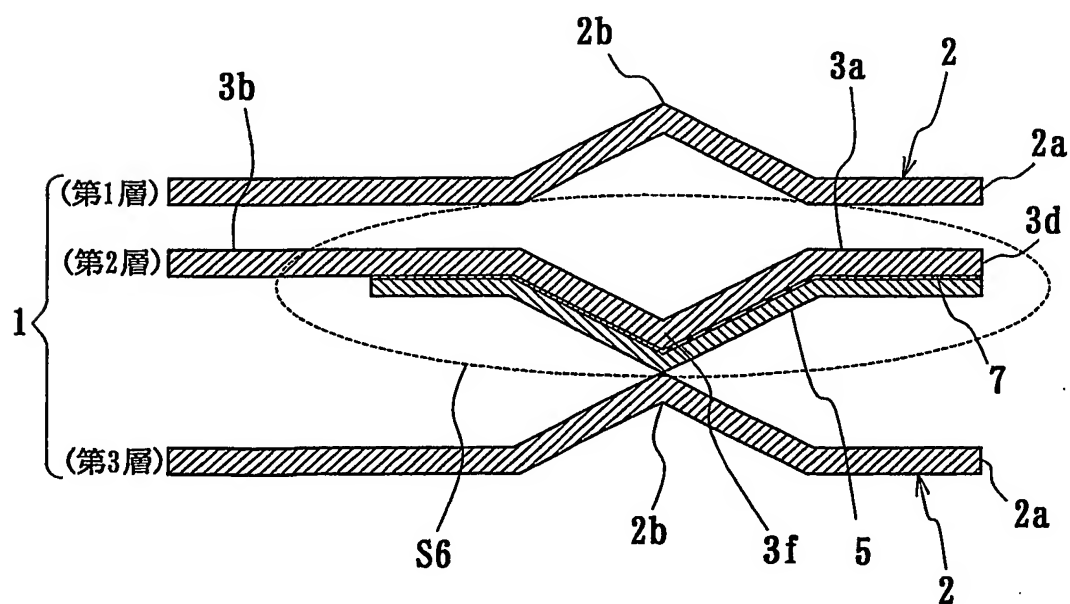


FIG. 18

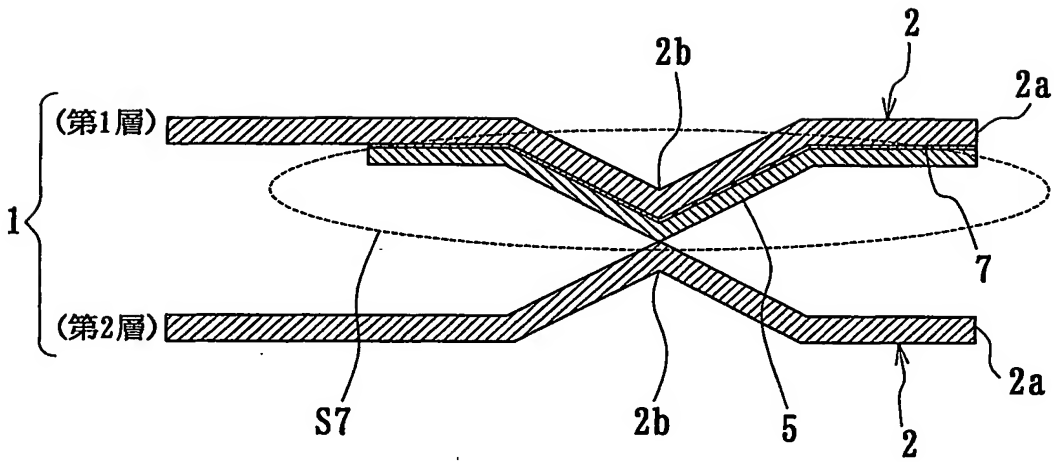


FIG. 19

～200℃×400hr熱劣化後のシリンダーヘッドガスケットのシリンダー孔部のシール性～

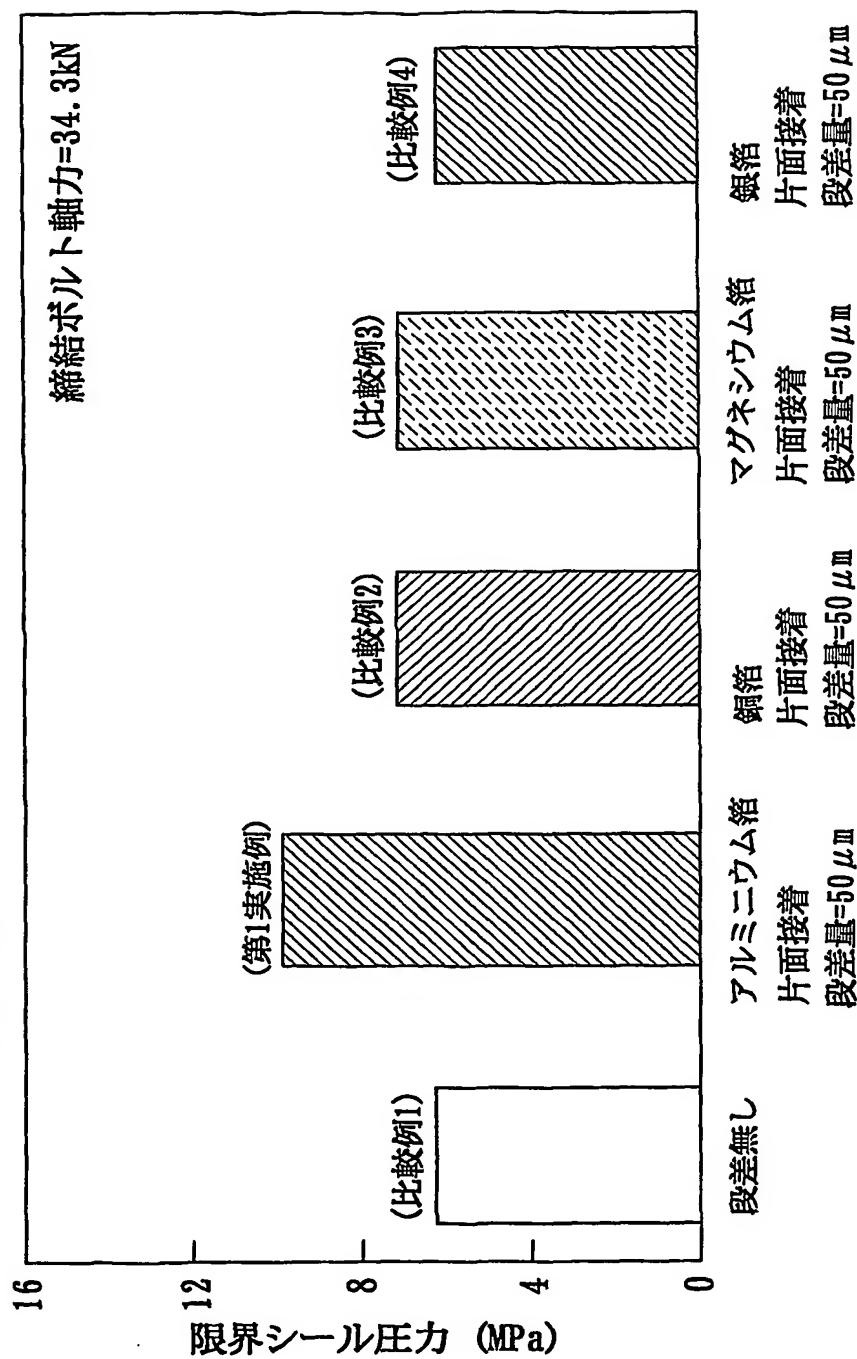


FIG. 20

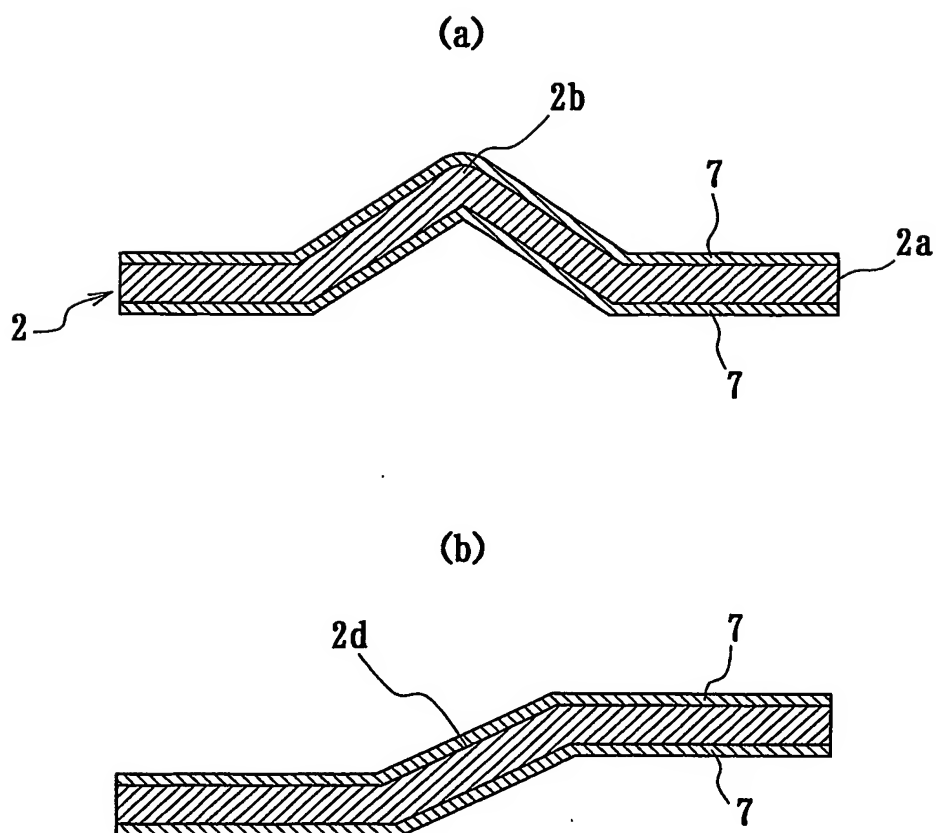


FIG. 21

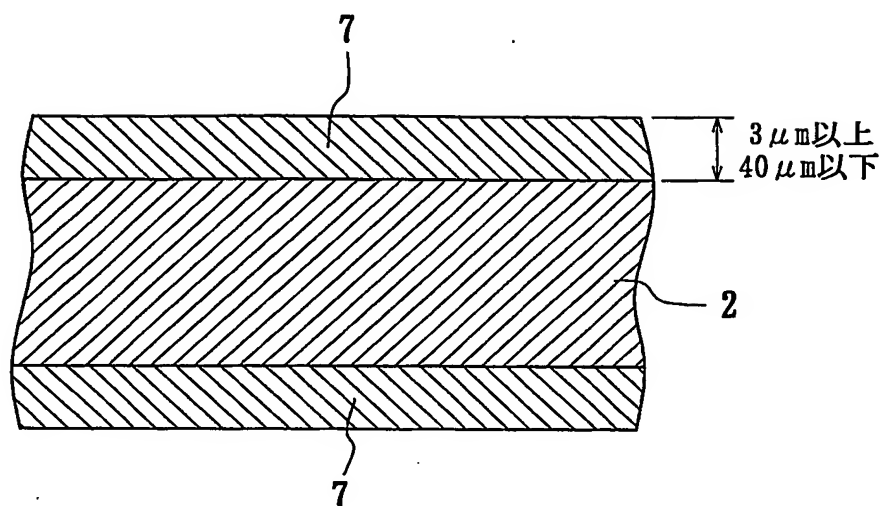
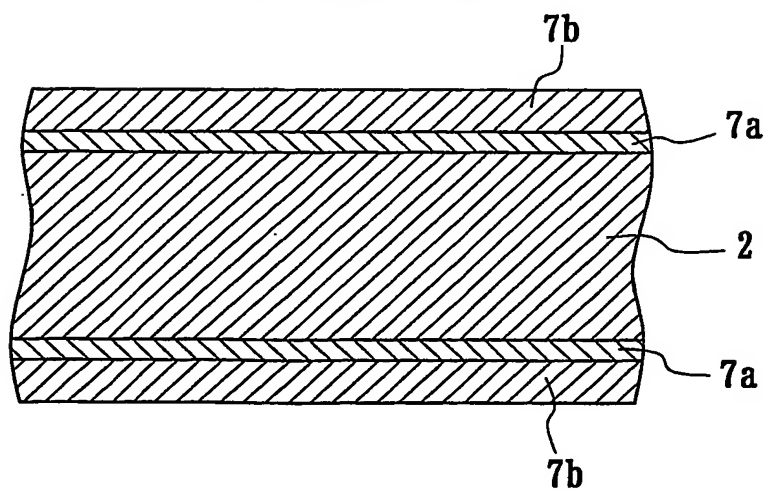
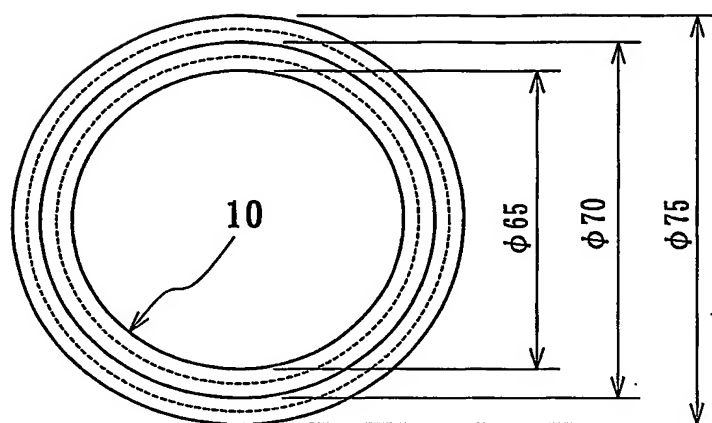


FIG. 22

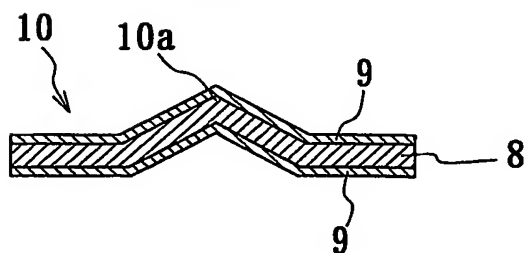


*FIG. 23*

(a)



(b)



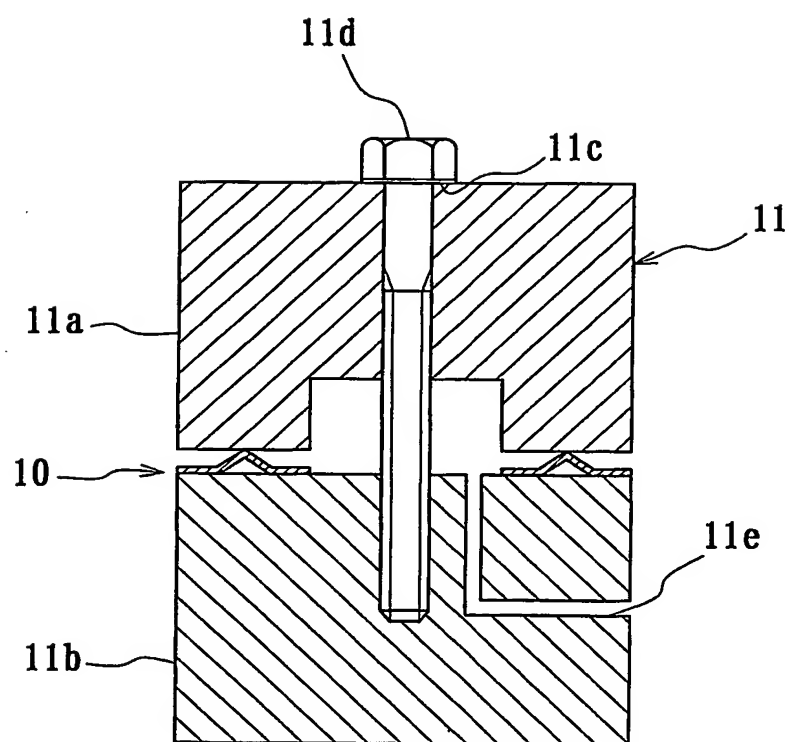
*FIG. 24*

FIG. 25

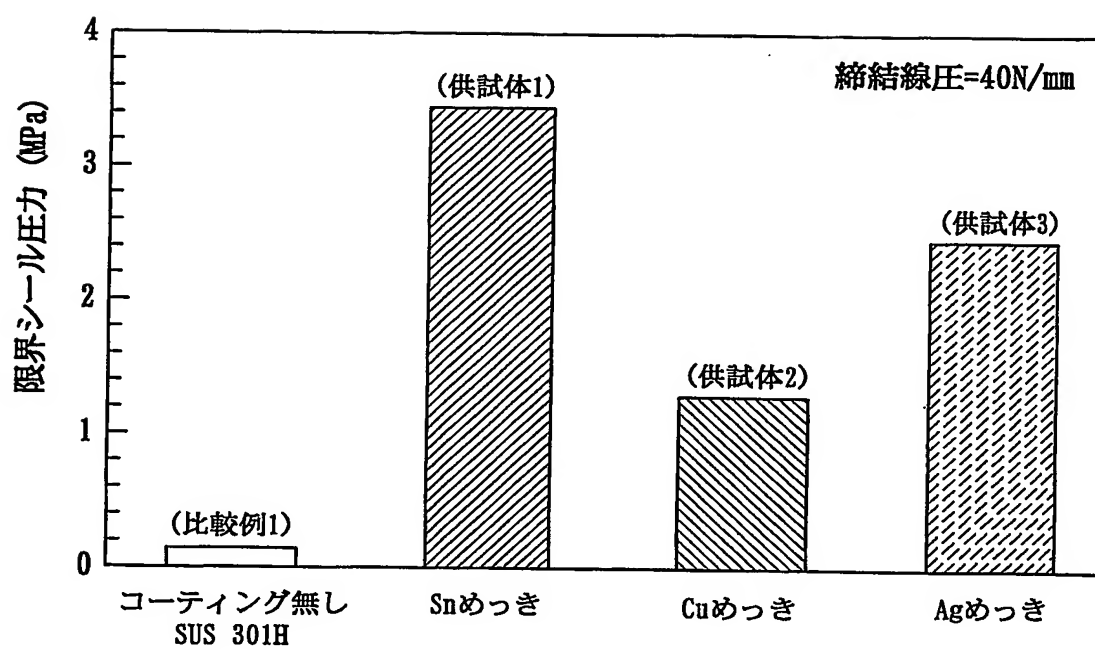




FIG. 26

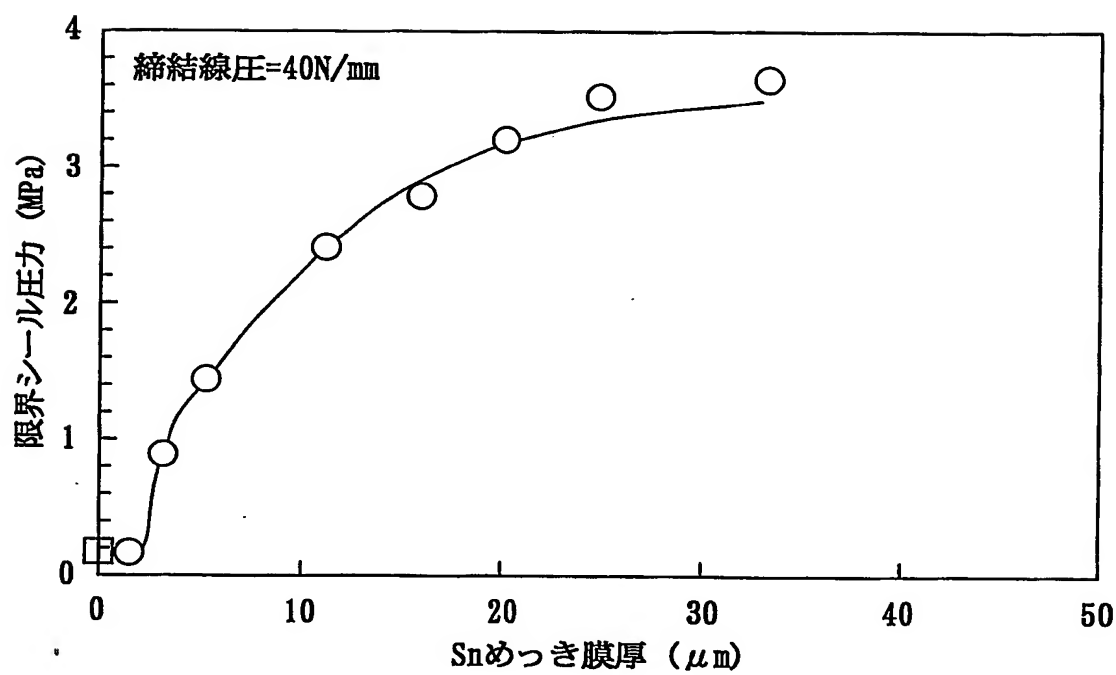


FIG. 27

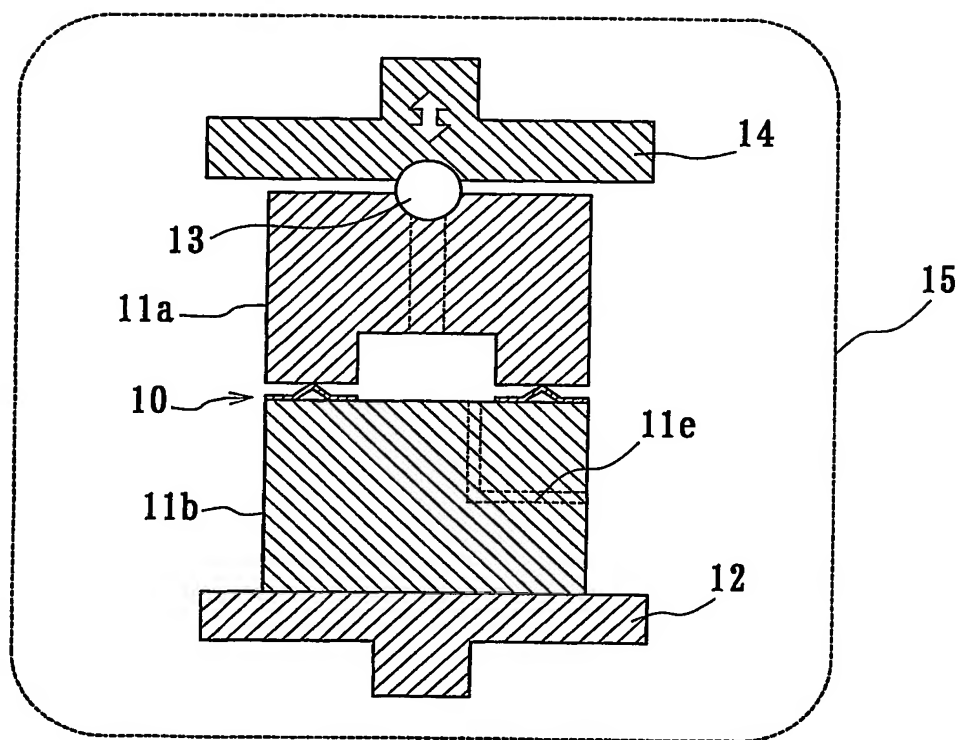


FIG. 28

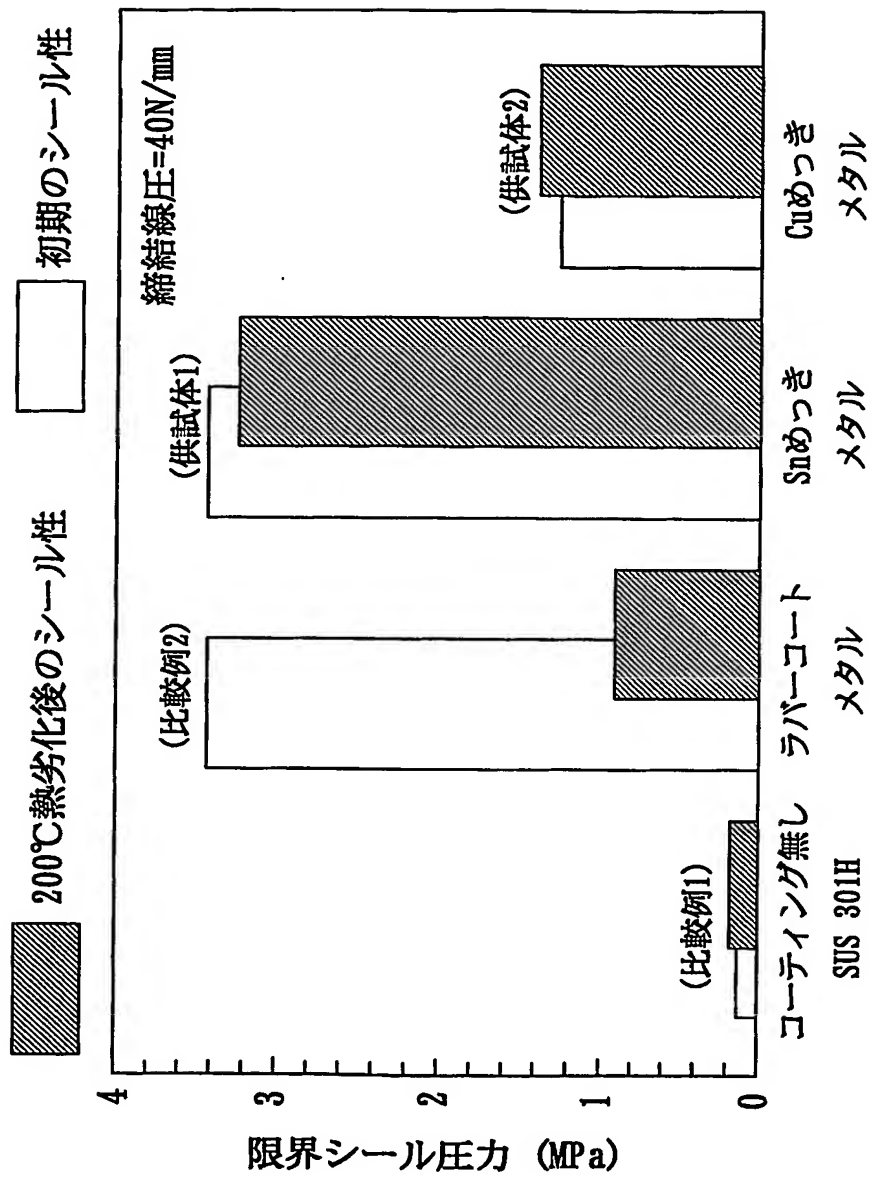


FIG. 29

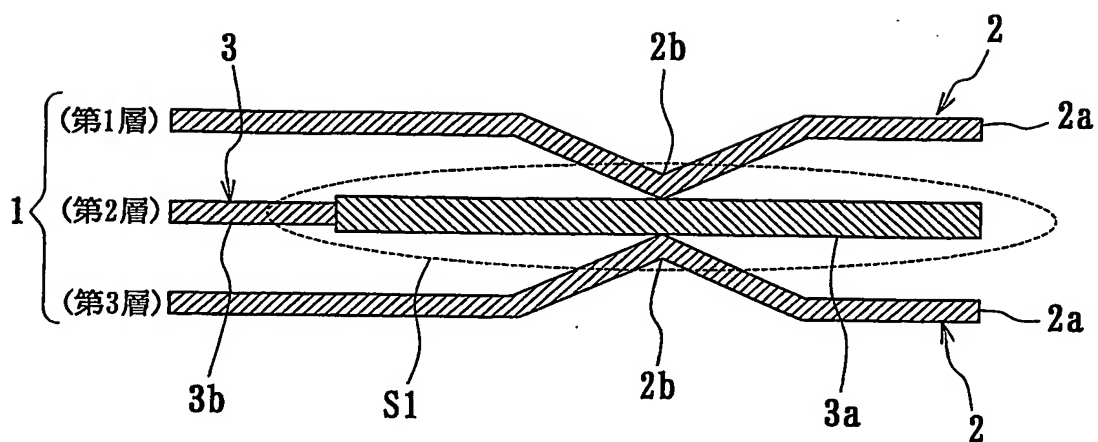


FIG. 30

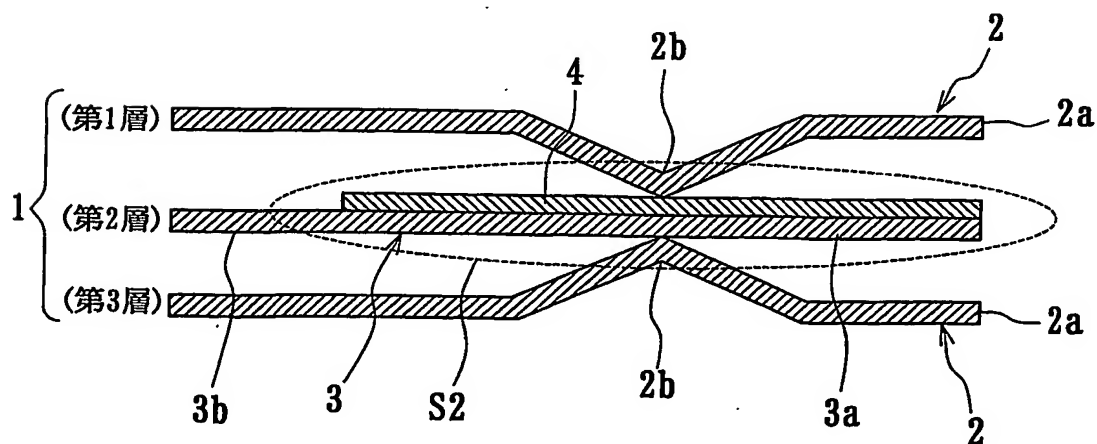


FIG. 31

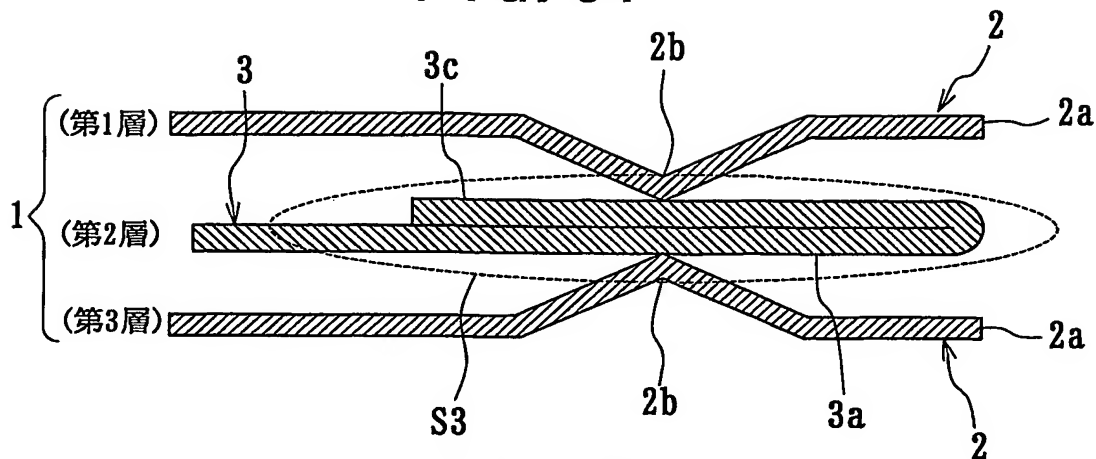


FIG. 32

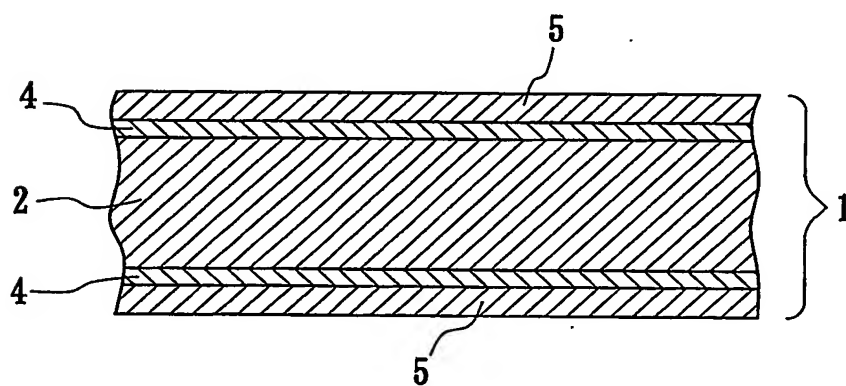
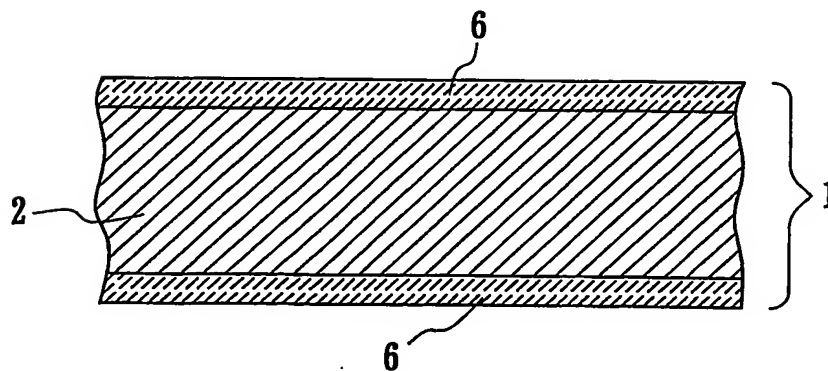


FIG. 33



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003609

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> F16J15/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> F16J15/08Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-229564 A (Nippon Leinz Kabushiki Kaisha), 29 August, 1995 (29.08.95), Full text; Figs. 2 to 4 (Family: none)	1-14
Y	JP 8-285081 A (Nippon Gasket Co., Ltd.), 01 November, 1996 (01.11.96), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-14
Y	JP 63-96360 A (Yamaha Corp.), 27 April, 1988 (27.04.88), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-5, 11-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
27 May, 2004 (27.05.04)Date of mailing of the international search report  
15 June, 2004 (15.06.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003609

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-178071 A (Nippon Leinz Kabushiki Kaisha), 12 July, 1996 (12.07.96), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-5
Y	JP 5-223173 A (Kabushiki Kaisha Watanabe Giichi Seisakusho), 31 August, 1993 (31.08.93), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-5
Y	JP 11-159623 A (Kabushiki Kaisha Ketto and Ketto), 15 June, 1999 (15.06.99), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-5
Y	JP 9-166219 A (Kabushiki Kaisha Best), 24 June, 1997 (24.06.97), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-14

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 F16J15/08

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 F16J15/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 7-229564 A (日本ラインツ株式会社) 1995. 08. 29, 全文, 第2-4図 (ファミリーなし)	1-14
Y	JP 8-285081 A (日本ガスケツ株式会社) 1996. 11. 01, 全文, 第1-8図 (ファミリーなし)	1-14
Y	JP 63-96360 A (ヤマハ株式会社) 1988. 04. 27, 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-5, 11 -14
Y	JP 8-178071 A (日本ラインツ株式会社) 1996. 07. 12, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 5-223173 A (株式会社渡邊義一製作所) 1993. 08. 31, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリ

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27. 05. 2004

国際調査報告の発送日

15. 6. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

3W

8714

唐 強

電話番号 03-3581-1101 内線 3368



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-159623 A (株式会社ケットアンドケット) 1999. 06. 15, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 9-166219 A (株式会社ベスト) 1997. 06. 24, 全文, 第1-5図 (ファミリーなし)	1-14